

明 細 書

可変動弁装置

技術分野

- [0001] 本発明は、内燃機関の可変動弁装置に関し、詳しくは、バルブの開弁特性を機械的に変更可能な可変動弁装置に関する。

背景技術

- [0002] 従来、例えば、特許文献1に開示されるように、エンジンの運転状況に応じてバルブのリフト量やバルブタイミングを機械的に変更する可変動弁装置が知られている。特許文献1に記載される可変動弁装置(以下、従来技術)では、カム軸と平行に設けられた制御軸に制御アームが固定され、この制御アームにフォロワの一方の端部が揺動自在に取り付けられている。また、制御軸には揺動カムが揺動自在に取り付けられ、その揺動カム面にロッカーアームが押し当てられている。フォロワには互いに独立回転可能な第1ローラと第2ローラとが同心に取り付けられており、第1ローラはカム軸の弁カムに当接し、第2ローラは揺動カムの揺動カム面とは逆側に形成された平面(当接面)に当接している。
- [0003] このような構成によれば、制御軸の回転により制御アームの回転位置が変更されることで、フォロワが変位して制御軸から揺動カムと第2ローラとの当接箇所までの距離が変化し、これによりバルブのリフト量の変更される。また、カム軸の同じ回転角度位置において第1ローラと当接する弁カムの周方向位置が変化することにより、同時にバルブタイミングも変更される。つまり、特許文献1に記載の従来技術によれば、モータにより制御軸の回転角を制御することで、バルブのリフト量とバルブタイミングを同時に変更することができる。

特許文献1: 日本特開2003-239712号公報

特許文献2: 日本特開平7-63023号公報

特許文献3: 日本特開2002-371816号公報

特許文献4: 日本特開2004-108302号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0004] 上記の従来技術では、制御アームの回転位置の変更によってフォロワが変位する際、フォロワの変位に追従して揺動カムも回転する。揺動カムが回転すると揺動カム面のロッカーアームとの当接位置が変更されることになり、上記の従来技術の場合は、制御軸から揺動カムと第2ローラとの当接箇所までの距離が短くなるほど、揺動カム面のロッカーアームとの当接位置はリフト量が増大する側に移動することになる。つまり、制御軸から揺動カムと第2ローラとの当接箇所までの距離の変化によってリフト量の変更されるとともに、揺動カム面のロッカーアームとの当接位置の変化によってもリフト量の変更されることになる。
- [0005] このため、上記の従来技術では、リフト量の変化に比較してバルブタイミングの変化が小さくなってしまい、必要なリフト量の変化に対して必要なバルブタイミングの変更量を得ることができない可能性がある。
- [0006] なお、上記の従来技術のような可変動弁装置とは別に、クランク軸に対するカム軸の位相角を変化させることでバルブタイミングを可変制御する、いわゆるVVT等のバルブタイミング可変機構が知られている。このバルブタイミング可変機構を併用すれば、可変動弁装置では不十分なバルブタイミングの変化を所望のタイミングに補正することができる。しかし、その場合はコストが増大するだけでなく、2つの装置を協調制御することになるために制御遅れ等によって理想的なバルブタイミングーリフト特性を常年实现できるとは限らない。
- [0007] 本発明は、上述のような課題を解決するためになされたもので、リフト量の変化にバルブタイミングの変化を連動させて理想的なバルブタイミングーリフト特性を実現できるようにした可変動弁装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0008] 第1の発明は、上記目的を達成するため、カム軸の回転に対するバルブの開弁特性を機械的に変化させる可変動弁装置であって、
前記カム軸に設けられた駆動カムと、
前記カム軸と平行に設けられ、回転角度を連続的に或いは多段階に変更可能な制御軸と、

前記カム軸に平行な軸を中心として揺動する揺動部材と、
前記揺動部材に形成され、前記バルブを支持するバルブ支持部材に接触して前記バルブをリフト方向に押圧する揺動カム面と、
前記揺動部材に前記駆動カムと対向して形成されたスライド面と、
前記駆動カムと前記揺動部材との間に配置され、前記駆動カムのカム面と前記スライド面の双方に接触する中間部材と、
前記制御軸の回転に連動させて前記スライド面上での前記中間部材の位置を変化させる連動機構とを備え、
前記スライド面は、前記中間部材が位置する範囲のうち前記揺動部材の揺動中心に最も近い最近点から前記揺動中心から最も遠い最遠点に向けて、前記カム軸の中心からの距離が大きくなるように前記駆動カム側に湾曲して形成され、
前記揺動カム面は、前記揺動部材の揺動中心からの距離が一定で前記バルブにリフトを与えない非作用面と、前記非作用面と連続して設けられ前記揺動部材の揺動中心からの距離が次第に大きくなるように形成された作用面とを含み、前記揺動部材の揺動に伴って前記バルブ支持部材の前記揺動カム面上での接触位置が前記非作用面上から前記作用面側へ移動するように構成されていることを特徴とする可変動弁装置。

- [0009] 第2の発明は、上記第1の発明において、前記スライド面は、前記揺動部材の揺動中心からの距離が大きくなるほど前記カム軸の中心からの距離が大きくなるように形成されていることを特徴としている。
- [0010] 第3の発明は、上記第1又は第2の発明において、前記中間部材の前記スライド面上での位置が前記揺動部材の揺動中心から遠ざかるほど、前記カム軸の同一回転角度において前記中間部材と接触する前記駆動カムの周方向位置は前記カム軸の進角側に移動することを特徴としている。
- [0011] 第4の発明は、上記第1乃至第3の何れか1つの発明において、前記中間部材は、前記駆動カムのカム面に接触する第1ローラと、前記第1ローラに対して回転可能であって前記スライド面に接触する第2ローラとを含むことを特徴としている。
- [0012] 第5の発明は、上記第1乃至第4の何れか1つの発明において、前記揺動部材は、

前記制御軸に回転可能に取り付けられて前記制御軸を中心として揺動することを特徴としている。

[0013] 第6の発明は、上記第5の発明において、前記連動機構は、前記制御軸に固定され前記制御軸の中心から偏心した位置に支点を有する制御部材と、前記支点到に揺動可能に取り付けられ、前記中間部材を前記制御部材に連結する連結部材とを含むことを特徴としている。

[0014] 第7の発明は、上記第6の発明において、前記制御部材は、前記制御軸から偏心した位置を中心とする円盤として構成され、

前記連結部材は、前記円盤の外周面に回転可能に取り付けられていることを特徴としている。

[0015] 第8の発明は、上記第5の発明において、前記連動機構は、前記カム軸に回転可能に取り付けられた制御部材と、前記制御部材に取り付けられて前記中間部材を所定の経路に沿って移動可能に支持する支持部材と、前記制御部材の前記カム軸回りの回転を前記制御軸の回転に連動させる回転連動機構とを含むことを特徴としている。

[0016] 第9の発明は、上記第8の発明において、前記支持部材は、前記制御部材と一体化され前記カム軸に対してほぼ垂直に延びるガイドとして構成されていることを特徴としている。

[0017] 第10の発明は、上記第8の発明において、前記支持部材は、前記制御部材に前記カム軸から偏心した位置を中心として揺動可能に取り付けられ、前記制御部材と前記中間部材とをリンク結合するリンク部材として構成されていることを特徴としている。

[0018] 第11の発明は、上記第1乃至第10の何れか1つの発明において、前記カム軸に前記駆動カムと並んで設けられた第2駆動カムと、

前記揺動部材と同軸に配置され、前記揺動部材と独立して揺動可能な第2揺動部材と、

前記第2揺動部材に形成され、前記バルブと並列に設けられた第2バルブを支持するバルブ支持部材に接触して前記第2バルブをリフト方向に押圧する第2揺動カム

面と、

前記揺動部材と同軸に配置され、前記揺動部材及び前記第2揺動部材と独立して揺動可能であって前記第2駆動カムのカム面に接触する第3揺動部材と、

前記第2揺動部材を前記揺動部材と前記第3揺動部材の何れか一方に選択的に連結する連結切換手段と、

をさらに備えることを特徴としている。

発明の効果

[0019] 第1の発明において制御軸の回転角度が変更されると、制御軸の回転は連動機構を介して中間部材に伝達され、中間部材のスライド面上での位置が変化する。中間部材のスライド面上での位置が変化することで、揺動部材の揺動角幅や初期揺動角度が変化するようになる。具体的には、中間部材がスライド面上を先端側に移動するに従い、揺動部材の揺動角幅は小さくなる。また、スライド面は、中間部材が位置する範囲のうち揺動部材の揺動中心に最も近い最近点から揺動中心から最も遠い最遠点に向けて、カム軸の中心からの距離が大きくなるように駆動カム側に湾曲して形成されているので、中間部材がスライド面上を先端側に移動するに従い、揺動部材の初期揺動角度は小さくなる。バルブ支持部材の揺動カム面上での接触位置は、揺動部材の揺動に伴って非作用面上から作用面側へ移動する。そして、バルブ支持部材の作用面上での到達位置によってバルブのリフト量が決まり、バルブ支持部材が作用面上に位置している期間(クランク角)により作用角が決まる。このため、揺動部材の揺動角幅が小さくなったときには、リフト量及び作用角は減少する。さらに、揺動部材の初期揺動角度が小さくなることで、バルブ支持部材の揺動カム面上での初期位置は作用面から離れることになり、非作用面上でのバルブ支持部材の走行期間が増えることで作用角はさらに減少する。したがって、第1の発明によれば、作用角をリフト量の変化に応じて明確に変化させることができる。

[0020] また、中間部材のスライド面上での位置が変化することで、同時に、カム軸が同一回転角度にあるときの中間部材の駆動カム面上での位置も変化する。中間部材の駆動カム面上での位置が変化することで、カム軸の位相に対する揺動部材の揺動タイミングが変化することになり、バルブタイミングが変化する。その際、スライド面が駆動

カム側に湾曲して形成されることにより、中間部材の駆動カム面上での位置の変化に対し、揺動部材の初期揺動角度が過度に変化することは抑えられる。したがって、第1の発明によれば、バルブタイミングの変化に対するリフト量及び作用角の変化を適度に抑えることができる。

- [0021] 以上のことから、第1の発明によれば、リフト量と作用角をバルブタイミングに連動させて変化させることができるだけでなく、バルブタイミング可変機構を併用することなく、或いは、併用する場合であってもバルブタイミング可変機構は大きく動作させることなく、リフト量、作用角、バルブタイミングの関係を最適化して理想的なバルブタイミングーリフト特性を実現することができる。
- [0022] 特に、第2の発明によれば、揺動部材の揺動中心からの距離が大きくなるほどカム軸の中心からの距離が大きくなるようにスライド面が形成されることで、中間部材がスライド面上を先端側に移動するほど、バルブのリフト量及び作用角は小さくなる。これにより、バルブタイミングが一方向に変化すれば必ずリフト量及び作用角も増大或いは減少するようになり、バルブタイミングとリフト量及び作用角との関係を1対1に設定することが可能になる。
- [0023] カム軸の同一回転角度において中間部材と接触する駆動カムの周方向位置がカム軸の進角側に移動すると、揺動部材の揺動タイミングが早まることによってバルブタイミングは進角する。第3の発明によれば、中間部材がスライド面の先端にいくにしたがい、バルブタイミングが進角するので、リフト量及び作用角の減少に応じてバルブタイミングが進角するようなバルブタイミングーリフト特性を実現することができる。
- [0024] 第4の発明によれば、中間部材として独立回転可能な2つのローラを有し、一方の第1ローラは駆動カムのカム面に接触させ、他方の第2ローラはスライド面に接触させるようになっているので、カム軸からバルブへの駆動力の伝達系内の摩擦損失を低減し、より効率良くバルブをリフト運動させることができる。
- [0025] 第5の発明によれば、制御軸が揺動部材の軸として兼用されるので、構造を簡素化できるとともに剛性を高めることができる。
- [0026] 第6の発明によれば、制御軸に固定された制御部材と中間部材とを連結部材で連結するという簡単な構成によって、制御軸の回転にスライド面上での中間部材の位置

の変化を連動させることができる。

- [0027] 第7の発明によれば、制御軸から偏心した位置を中心とする円盤が制御部材となり、連結部材はこの円盤の外周に回動可能に取り付けられているので、高い剛性を確保することができるとともに、高速運転時の作動安定性も実現することができる。
- [0028] 第8の発明によれば、中間部材を支持する支持部材や制御部材は既存のカム軸の回りに配置されるので、装置全体をコンパクトに構成することができる。
- [0029] 第9の発明によれば、支持部材が制御部材と一体化されたガイドとして構成されることで、バルブのリフト運動時に可動するのは揺動部材と中間部材のみとなり、可動部全体の慣性質量の増加を抑制することができる。
- [0030] 第10の発明によれば、中間部材はリンク部材によって制御部材にリンク結合されるので、中間部材を制御部材に対して確実に位置決めすることができる。
- [0031] 第11の発明によれば、第2揺動部材が上記の揺動部材に連結されたときには、カム軸の回転に対する第2バルブの開弁特性を制御軸の回転駆動量に応じて連続的に変化させることが可能になる。一方、第2揺動部材が第3揺動部材に連結されたときには、カム軸の回転に対する第2バルブの開弁特性は常に一定となる。したがって、第10の発明によれば、両バルブの開弁特性を異ならせることで気筒内のスワール制御を行ったり、一方のバルブのみを休止させたりすることも可能になる。

図面の簡単な説明

- [0032] [図1]本発明の実施の形態1にかかる可変動弁装置の構成を示す斜視図である。
[図2]本発明の実施の形態1にかかる可変動弁装置の構成を示す分解図である。
[図3]本発明の実施の形態1にかかる可変動弁装置の構成を示す模式的な正面図である。
[図4]スライド面の形成方法の1つの例を説明するための説明図である。
[図5]スライド面の形成方法の別の例を説明するための説明図である。
[図6]本発明の実施の形態1にかかる可変動弁装置の大リフト時の動作を示す図であり、(A)はバルブの開弁時、(B)はバルブの開弁時を示している。
[図7]本発明の実施の形態1にかかる可変動弁装置の小リフト時の動作を示す図であり、(A)はバルブの開弁時、(B)はバルブの開弁時を示している。

[図8]ロッカーローラの揺動カム面上での位置とバルブのリフト量との関係を示す図である。

[図9]バルブタイミングとリフト量との関係を示す図である。

[図10]実現可能なバルブタイミングーリフト特性の1つの例を示す図である。

[図11]実現可能なバルブタイミングーリフト特性の別の例を示す図である。

[図12]本発明の実施の形態1にかかる可変動弁装置の可変機構を模式的に示す図である。

[図13]従来の可変動弁装置の可変機構を模式的に示す図である。

[図14]本発明の実施の形態1にかかる可変動弁装置の従来の可変動弁装置に対する利点を説明するための図である。

[図15]従来の可変動弁装置の課題を説明するための図である。

[図16]本発明の実施の形態2にかかる可変動弁装置の構成を示す斜視図である。

[図17]図16のA方向の側面視図である。

[図18]本発明の実施の形態2にかかる可変動弁装置の大リフト時の動作を示す図であり、(A)はバルブの閉弁時、(B)はバルブの開弁時を示している。

[図19]本発明の実施の形態2にかかる可変動弁装置の小リフト時の動作を示す図であり、(A)はバルブの閉弁時、(B)はバルブの開弁時を示している。

[図20]本発明の実施の形態3にかかる可変動弁装置の構成を示す側面視図である。

[図21]本発明の実施の形態3にかかる可変動弁装置の大リフト時の動作を示す図であり、(A)はバルブの閉弁時、(B)はバルブの開弁時を示している。

[図22]本発明の実施の形態3にかかる可変動弁装置の小リフト時の動作を示す図であり、(A)はバルブの閉弁時、(B)はバルブの開弁時を示している。

[図23]本発明の実施の形態4にかかる可変動弁装置の構成を示す側面視図である。

[図24]本発明の実施の形態4にかかる可変動弁装置の大リフト時の動作を示す図であり、(A)はバルブの閉弁時、(B)はバルブの開弁時を示している。

[図25]本発明の実施の形態4にかかる可変動弁装置の小リフト時の動作を示す図であり、(A)はバルブの閉弁時、(B)はバルブの開弁時を示している。

符号の説明

- [0033] 100, 300, 400, 500 可変動弁装置
104, 204, 304, 404, 504 バルブ
110, 210, 310, 410, 510 ロッカーアーム
120, 320, 420, 520 カム軸
122, 222, 322, 422, 522 駆動カム
124, 224, 324, 424, 524 駆動カム面
130, 330, 430, 530 可変機構
132, 332, 432, 532 制御軸
140, 340, 450, 550 揺動カムアーム
152, 352, 452, 552 揺動カム面
156, 356, 456, 556 スライド面
162 制御アーム
164 リンクアーム
172, 362, 470, 570 第1ローラ
174, 364, 472, 572 第2ローラ
230 固定機構
240 第2揺動カムアーム
252 揺動カム面
260 ロストモーションアーム
264 ピン孔
290 ピン
334 偏心円盤
360 偏心アーム
434, 534 第1ギヤ
462, 562 第2ギヤ
466 ガイド
564 制御リンク
P1 第1ローラの駆動カム面上での接触位置

P2 第2ローラのスライド面上での接触位置

P3i ロッカーローラの揺動カム面上での初期接触位置

P3f ロッカーローラの揺動カム面上での最終接触位置

発明を実施するための最良の形態

[0034] 実施の形態1.

以下、図1乃至図15を参照して、本発明の実施の形態1について説明する。

[0035] [本実施形態の可変動弁装置の構成]

図1は、本発明の実施の形態1にかかる可変動弁装置100の構成を示す斜視図、図2は可変動弁装置100の構成を示す分解斜視図、図3は可変動弁装置100の構成を示す模式的な正面図である。本可変動弁装置100はロッカーアーム方式の機械式動弁機構を有し、カム軸120の回転運動がカム軸120に設けられた駆動カム122, 222によってロッカーアーム(バルブ支持部材)110, 210の揺動運動に変換され、各ロッカーアーム110, 210に支持されるバルブ104, 204の上下方向へのリフト運動に変換される。

[0036] 本可変動弁装置100では、2つのロッカーアーム110, 210に対して2つの駆動カム122, 222が設けられている。このうち第1駆動カム122と各ロッカーアーム110, 210との間には、第1駆動カム122の回転運動に各ロッカーアーム110, 210の揺動運動を連動させる可変機構130が設けられている。また、第2駆動カム222と第2ロッカーアーム210との間には、第2駆動カム222の回転運動に第2ロッカーアーム210の揺動運動を連動させる固定機構230が設けられている。

[0037] 可変機構130は、第1駆動カム122の回転運動と各ロッカーアーム110, 210の揺動運動との連動状態を連続的に変化させる機構である。可変機構130は、以下に説明するように、制御軸132、制御アーム162、リンクアーム164、第1揺動カムアーム140、第1ローラ172、第2ローラ174、及び第2揺動カムアーム240を主たる構成部材として構成されている。制御軸132はカム軸120に平行に、カム軸120に対する相対位置を固定して配置されている。制御軸132の回転角度は図示しないアクチュエータ(例えばモータ等)によって任意の角度に制御することができる。

[0038] 制御アーム162は制御軸132に一体的に固定されている。制御アーム162は制御

軸132の径方向に突出しており、その突出部にリンクアーム164が取り付けられている。リンクアーム164は制御アーム162を挟むように制御アーム162の両側に設けられ、各リンクアーム164の後端部はピン166によって制御アーム162に回転自在に連結されている。ピン166の位置は制御軸132の中心から偏心しており、このピン166の位置がリンクアーム164の揺動中心となる。

[0039] リンクアーム164は制御軸132に沿って湾曲して形成されている。左右のリンクアーム164の先端部は連結軸176によって互いに連結されている。左右のリンクアーム164間には第1ローラ172が配置され、第1ローラ172は連結軸176に回転自在に支持されている。また、左右のリンクアーム164の外側には第1ローラ172よりも小径の第2ローラ174が配置され、各第2ローラ174はそれぞれ連結軸176に回転自在に支持されている。これにより、2つのローラ172, 174はピン166を中心にしてピン166から一定距離を保ちながら揺動できるようになっている。第1ローラ162には駆動カム122の駆動カム面124(124a, 124b)が接触し、第2ローラ174には後述するスライド面156が接触している。

[0040] なお、駆動カム面124はプロフィールの異なる2つのカム面から構成されている。一方のカム面である非作用面124aはカム軸120の中心からの距離を一定に形成されている。他方のカム面である作用面124bはカム軸120の中心からの距離が次第に大きくなり、頂部を越えた後に次第に小さくなるように形成されている。本明細書では、非作用面124aと作用面124bの双方を区別しないときには、単に駆動カム面124と表記する。

[0041] 第1揺動カムアーム140は、制御アーム162を挟んでその両側に一対配置された第1アーム部150A及び第2アーム部150Bと、左右のアーム部150A, 150Bの先端を連結する連結部154から構成されている。左右のアーム部150A, 150Bはともに制御軸132に揺動可能に支持され、その先端を駆動カム122の回転方向の上流側に向けて配置されている。アーム部150A, 150Bは、制御軸132を中心にして左右一体となって揺動する。なお、本明細書では、第1アーム部150Aと第2アーム部150Bの双方を区別しないときには、単にアーム部150と表記する。

[0042] 各アーム部150のカム軸120に対向する側には、第2ローラ174に接触するスライ

ド面156が形成されている。スライド面156は駆動カム122側に緩やかに湾曲するとともに、第2ローラ174が接触する範囲のうち、揺動中心である制御軸132に最も近い最近点から制御軸132から最も遠い最遠点に向けて、駆動カム122の軸中心との距離が大きくなるように形成されている。このような形状にスライド面156に形成する方法としては、例えば、次の二つの方法がある。第1の方法は、図4に示すように、第2ローラ174が最も制御軸132の近くに位置している場合（後述する大リフト・大作用角時）を基準にして、制御軸132側から先端側に向けてスライド面156を形成する円弧の中心をカム中心から離す方法である。円弧の径Rはスライド面156上での位置によらず一定にする。第2の方法は、図5に示すように、第2ローラ174が最も制御軸132の近くに位置している場合（後述する大リフト・大作用角時）を基準にして、制御軸132側から先端側に向けてスライド面156の径（駆動カム122の軸中心との距離）を徐々に拡大する方法である。例えば図5中に示す2つの径R1, R2では、径R1よりも径R2の方が大きい。なお、スライド面156は、その全範囲において制御軸132側よりも先端側のほうが駆動カム122の軸中心との距離が大きくなっている必要はなく、駆動カム122の軸中心との距離が一定となる範囲を含んでいてもよい。つまり、スライド面156全体として、最近点から最遠点に向けて駆動カム122の軸中心との距離が大きくなっていけばよい。

- [0043] アーム部150のスライド面156とは逆側には、揺動カム面152(152a, 152b)が形成されている。揺動カム面152は第1揺動カムアーム140の揺動中心をカム中心とするカム面であり、プロファイルの異なる非作用面152aと作用面152bから構成されている。そのうち非作用面152aはアーム部150の軸中心側に設けられ、制御軸132の中心からの距離を一定に形成されている。他方の面である作用面152bはアーム部150の先端側に設けられ、非作用面152aに滑らかに連続するように接続されるとともに、アーム部150の先端に向けて制御軸132の中心からの距離（すなわち、カム高さ）が次第に大きくなるよう形成されている。本明細書では、非作用面152aと作用面152bの双方を区別しないときには、単に揺動カム面152と表記する。
- [0044] また、各アーム部150には、図示しないロストモーションスプリングを掛けるためのバネ座面158が形成されている。バネ座面158は、非作用面152aの後方にアーム部1

50の延伸方向とは逆方向に向けて形成されている。ロストモーションスプリングは圧縮バネであり、バネ座面158にはロストモーションスプリングからの付勢力が作用している。バネ座面158に作用する付勢力は、揺動カムアーム140を介してスライド面156を第2ローラ174に押し当てる付勢力として作用し、さらに、連結軸176を介して第1ローラ172を駆動カム面124に押し当てる付勢力として作用する。これにより、第1ローラ172及び第2ローラ174は、スライド面156と駆動カム面124とに両側から挟み込まれて位置決めされる。

[0045] 第1アーム部150Aの下方には、第1ロッカーアーム110が配置されている。第1ロッカーアーム110には、揺動カム面152に対向するようにロッカーローラ112が配置されている。ロッカーローラ112は第1ロッカーアーム110の中間部に回転自在に取り付けられている。第1ロッカーアーム110の一端にはバルブ104を支持するバルブシャフト102が取り付けられ、第1ロッカーアーム110の他端は油圧ラッシュアジャスタ106によって回転自在に支持されている。バルブシャフト102は図示しないバルブスプリングによって、閉方向、すなわち、第1ロッカーアーム110を押し上げる方向に付勢されている。第1ロッカーアーム110は、バルブスプリングの付勢力を受けたバルブシャフト102によって支持され、第1ロッカーローラ112は油圧ラッシュアジャスタ106によって第1アーム部150Aの揺動カム面152に押し当てられている。

[0046] 第2揺動カムアーム240は、第1揺動カムアーム140の第2アーム部150B側に隣接して配置され、制御軸132に回転自在に取り付けられている。第2揺動カムアーム240には、揺動カム面252(252a, 252b)が形成されている。揺動カム面252は第2揺動カムアーム240の揺動中心をカム中心とするカム面であり、プロフィールの異なる非作用面252aと作用面252bから構成されている。第2揺動カムアーム240の揺動カム面252は、第1揺動カムアーム140の揺動カム面152と同一プロフィールに形成されている。本明細書では、非作用面252aと作用面252bの双方を区別しないときには、単に揺動カム面252と表記する。

[0047] 第2揺動カムアーム240の下方には、第2ロッカーアーム210が配置されている。第2ロッカーアーム210には、揺動カム面252に対向するようにロッカーローラ212が配置されている。ロッカーローラ212は第2ロッカーアーム210の中間部に回転自在に

取り付けられている。第2ロッカーアーム210の一端には第2バルブ204を支持するバルブシャフト202が取り付けられ、第2ロッカーアーム210の他端は図示しない油圧ラッシュアジャスタによって回転自在に支持されている。バルブシャフト202は図示しないバルブスプリングによって、閉方向、すなわち、第2ロッカーアーム210を押し上げる方向に付勢されている。第2ロッカーアーム210は、バルブスプリングの付勢力を受けたバルブシャフト202によって支持され、第2ロッカーローラ212は油圧ラッシュアジャスタによって第2揺動カムアーム240の揺動カム面252に押し当てられている。

- [0048] 第2揺動カムアーム240にはピン孔256が形成されている。第1揺動カムアーム140の第2アーム部150Bにも、ピン孔256の位置に対応してピン孔142が形成されている。これら2つのピン孔256、142をピン290で連結することにより、第2揺動カムアーム240は第1揺動カムアーム140と一体化され、制御軸132を中心にして一体的に揺動することになる。
- [0049] 固定機構230は、第2駆動カム222の回転運動と第2ロッカーアーム210の揺動運動とを一定の関係で連動させる機構である。固定機構230は、ロストモーションアーム(第3揺動部材)260、カムローラ262、及び前述の第2揺動カムアーム240から構成される。
- [0050] ロストモーションアーム260は、第1揺動カムアーム140との間で第2揺動カムアーム240を挟むように第2揺動カムアーム240に隣接して配置され、制御軸132に回転自在に取り付けられている。このロストモーションアーム260に対向して第2駆動カム222が設けられている。
- [0051] ロストモーションアーム260にはピン孔264が形成されている。このピン孔264と第2揺動カムアーム240のピン孔256とをピン290で連結することにより、第2揺動カムアーム240はロストモーションアーム260と一体化され、制御軸132を中心にして一体的に揺動することになる。なお、ピン290は、例えば油圧アクチュエータによってその軸方向に駆動され、ロストモーションアーム260のピン孔264と第1揺動カムアーム140のピン孔142の何れか一方にのみ選択的に挿入されるようになっている。
- [0052] ロストモーションアーム260にはカムローラ262が回転自在に取り付けられている。

ロストモーションアーム260には図示しないロストモーションスプリングからの付勢力が作用しており、カムローラ262はその付勢力によって第2駆動カム222の駆動カム面224(224a, 224b)に押し当てられている。カムローラ262は、ロストモーションアーム260が第2揺動カムアーム240に連結されたとき、揺動カム面252に対するカムローラ262の位置が大リフト時の揺動カム面152に対する第1ローラ172の位置(図6に示す位置)に一致するように配置されている。

[0053] なお、駆動カム面124はプロファイルの異なる非作用面224aと作用面224bから構成されている。第2駆動カム222の駆動カム面224は、第1駆動カム122の駆動カム面124と同一プロファイルに形成されている。本明細書では、非作用面224aと作用面224bの双方を区別しないときには、単に駆動カム面224と表記する。

[0054] [本実施形態の可変動弁装置の動作]

次に、本可変動弁装置100の動作について図6乃至図11を参照して説明する。

[0055] (1) 可変動弁装置のリフト動作

本可変動弁装置100では、第1バルブ104のリフト運動は第1駆動カム122の回転運動に連動する。以下では、図6を参照して可変動弁装置100の第1バルブ104のリフト動作について説明する。図中、(A)はリフト動作の過程で第1バルブ104(図6中では省略)が開弁しているときの可変動弁装置100の状態を、また、(B)はリフト動作の過程でバルブ104が開弁しているときの可変動弁装置100の状態を、それぞれ表している。

[0056] 本可変動弁装置100では、第1駆動カム122の回転運動は、先ず、駆動カム面124に接触する第1ローラ172に入力される。第1ローラ172は同軸一体に設けられた第2ローラ174とともにピン166を中心に揺動し、その運動は第2ローラ164を支持している揺動カムアーム150のスライド面156に入力される。このとき、駆動カム面124とスライド面156との間には速度差があるが、二つのローラ172, 174は独立回転可能であるので、駆動力の伝達時の摩擦損失は低減されている。スライド面156はロストモーションスプリング(図示略)の付勢力によって常に第2ローラ174に押し当てられているので、揺動カムアーム140は第2ローラ164を介して伝達される駆動カム122の回転に応じて制御軸132を中心にして揺動する。

- [0057] 具体的には、図6の(A)に示す状態からカム軸120が回転すると、図6の(B)に示すように、第1ローラ172の駆動カム面124上での接触位置P1は非作用面124aから作用面124bへと移っていく。相対的に第1ローラ172は駆動カム122によって押し下げられていき、揺動カムアーム140はそのスライド面156を第1ローラ172と一体の第2ローラ174によって押し下げられる。これにより、揺動カムアーム140は制御軸132を中心にして図中、時計回り方向に回転する。カム軸120がさらに回転し、第1ローラ172の駆動カム面124上での接触位置P1が作用面124bの頂部を過ぎると、今度はロストモーションスプリングとバルブスプリングによる付勢力によって、揺動カムアーム140は制御軸132を中心にして図中、反時計回り方向に回転する。
- [0058] 揺動カムアーム140が制御軸132を中心にして回転することで、ロッカーローラ112の揺動カム面152上での接触位置P3が変化することになる。なお、図中では、ロッカーローラ112の揺動カム面152上での接触位置をP3i、P3fとして表記しているが、これは後述する初期接触位置P3iと最終接触位置P3fとを区別するためである。本明細書では、単にロッカーローラ112の揺動カム面152上での接触位置を指す場合には、接触位置P3と表記するものとする。
- [0059] 図6の(A)に示すように、ロッカーローラ112が非作用面152aに接触している場合には、非作用面152aは制御軸132の中心からの距離が一定であるので、その接触位置にかかわらずロッカーローラ112の空間内での位置は変化しない。したがって、第1ロッカーアーム110は揺動することがなく、第1バルブ104は一定位置に保持される。本可変動弁装置100では、ロッカーローラ112が非作用面152aに接触しているとき、バルブ104が閉弁状態になるように各部位の位置関係が調整されている。
- [0060] 図6の(B)に示すように、ロッカーローラ112の揺動カム面152上での接触位置P3が非作用面152aから作用面152bに切り換わると、第1ロッカーアーム110は作用面152bの制御軸132の中心からの距離に応じて押し下げられ、油圧ラッシュアジャスタ106による支持点を中心に時計回り方向へ揺動する。これにより、第1バルブ104は第1ロッカーアーム110によって押し下げられ、開弁する。
- [0061] ところで、ロッカーローラ112の中心からカム軸120の中心へは、バルブ104のリフト運動に伴い、バルブスプリングの反力が作用する。このとき、例えば、揺動カムアーム

ム140の他の部材との接触位置P2, P3を結ぶ線の方が、バルブスプリングの反力の作用方向とずれている場合には、揺動カムアーム140は梁要素によって力の伝達を行うことになる。しかし、梁要素での力の伝達には曲げ剛性の確保が必要になり、剛性が十分に確保されない状態で可変動弁装置100を高速作動させようとする、慣性力によって揺動カムアーム140に撓みが生じてしまう。揺動カムアーム140の撓みは、バルブ104の早期着座によるバウンス、バルブ104の開弁時におけるリフトの減少、或いは閉弁不良等の不具合を招いてしまう。また、バルブ104の着座時のバウンスによる衝撃荷重によってバルブ104が損傷したり、梁要素によって発生するモーメント荷重によって軸受けの磨耗が進んだりする可能性もある。さらに、梁要素の剛性確保のために揺動カムアーム140を太くする必要が生じ、重量が増大してしまう可能性もある。重量増は、駆動力の伝達系内のフリクションを増大させて、燃費を悪化させてしまう。

[0062] 図6は、可変動弁装置100が第1バルブ104に対して最大リフトを与えるように動作している様子を示しており、図6の(B)は最大リフト時における各部材の位置関係を示している。バルブスプリングの反力は、図6の(B)に示す最大リフト時において最大となる。この図に示すように、可変動弁装置100は、その最大リフト時において、第1ローラ172の駆動カム面124上での接触位置P1、第2ローラ174のスライド面156上での接触位置P2、及び、ロッカーローラ112の揺動カム面152上での接触位置P3が、カム軸120の中心とロッカーローラ112の中心とを結ぶ直線(バルブスプリングの反力の作用線)上にほぼ並ぶように、各部材の設計が行われている。このように各部材間の接触位置P1, P2, P3がバルブスプリングの反力の作用線上にほぼ並ぶことにより、各部材の梁要素による力の伝達をなくすことができ、装置全体の剛性を向上させることができる。

[0063] また、図6の(A)に示すように、可変動弁装置100は、バルブ104の閉弁時においても、各部材間の接触位置P1, P2, P3がカム軸120の中心とロッカーローラ112の中心とを結ぶ直線から大きく離れないように、リンクアーム164の揺動中心(ピン166)の位置を調整されている。これにより、バルブ104のリフト開始から最大リフトまで、カム軸120からロッカーローラ112へ常に効率良く駆動力を伝達することができる。

[0064] (2) 可変動弁装置のリフト量変更動作

次に、図6及び図7を参照して可変動弁装置100の第1バルブ104(図1参照、図中では省略)のリフト量変更動作について説明する。ここで、図7は可変動弁装置100が第1バルブ104に対して小さなリフトを与えるように動作している様子を示している。前述のように、図6は可変動弁装置100がバルブ104に対して最大リフトを与えるように動作している様子を示している。各図中、(A)はリフト動作の過程でバルブ104が閉弁しているときの可変動弁装置100の状態を、また、(B)はリフト動作の過程でバルブ104が開弁しているときの可変動弁装置100の状態を、それぞれ表している。

[0065] 図6に示すリフト量から図7に示すリフト量にリフト量を変更する場合、図6の(A)に示す状態において制御軸132を回転駆動し、図7の(A)に示す位置にピン166の位置C1を回転移動させる。第1ローラ172及び第2ローラ174は、リンクアーム164によってピン166の位置C1から一定距離に保持されている。このため、ピン166の位置C1の移動に伴い、図6の(A)に示す位置から図7の(A)に示す位置に、第2ローラ174はスライド面256に沿って制御軸132から遠ざかる方向に移動し、同時に、第1ローラ172は駆動カム面124に沿ってその回転方向の上流側に移動する。

[0066] 第2ローラ174が制御軸132から遠ざかる方向に移動することで、揺動カムアーム140の揺動中心C0から第2ローラ174のスライド面156上での接触位置P2までの距離が長くなり、揺動カムアーム140の揺動角幅は減少する。揺動カムアーム140の揺動角幅は揺動中心C0から振動の入力点までの距離に反比例するからである。第1バルブ104のリフトは、各図の(B)に示すように、第1ローラ172の駆動カム面124上での接触位置P1が作用面124bの頂部にあるときに最大となり、その時点におけるロッカーローラ112の揺動カム面152上での接触位置P3f(以下、最終接触位置)によって第1バルブ104のリフト量が決まる。図8は、ロッカーローラ112の揺動カム面152上での位置とバルブリフトとの関係を示す図である。この図に示すように、最終接触位置P3fは、揺動カムアーム140の揺動角幅と、各図の(A)に示すロッカーローラ112の揺動カム面152上での接触位置P3i(以下、初期接触位置)とによって決まる。

[0067] 本実施形態の可変動弁装置100では、スライド面156は、その揺動中心C0からの距離が大きいほど駆動カム122のカム基礎円(非作用面124a)との距離が大きくなる

ように形成されている。このため、上記の接触位置P2が揺動カムアーム140の揺動中心C0から遠ざかるほど、揺動カムアーム140はスライド面156が駆動カム面124に近づく方向に傾斜することになる。図では、揺動カムアーム140は制御軸132を中心にして反時計回り方向に回転することになる。これにより、図7の(A)に示すように、ロッカーローラ112の揺動カム面152上での初期接触位置P3iは作用面152bから遠ざかる方向に移動する。

[0068] 上記のように制御軸132を回転させることで、揺動カムアーム140の揺動角幅が減少するとともに、初期接触位置P3iが作用面152bから遠ざかる方向に移動する。その結果、図8に示すように、ロッカーローラ112が到達できる最終接触位置P3fは非作用面152a側に移動することになり、バルブ104のリフト量は減少する。また、ロッカーローラ112が作用面152a上に位置している期間(クランク角度)が、バルブ104の作用角となるが、最終接触位置P3fが非作用面152a側に移動することで、バルブ104の作用角も減少する。さらに、第1ローラ172がカム軸120の回転方向の上流側に移動することで、カム軸120が同一回転角度にあるときの第1ローラ172の駆動カム面124上での接触位置P1は、駆動カム122の進角側に移動する。これにより、カム軸120の位相に対する揺動カムアーム140の揺動タイミングは進角され、その結果、バルブタイミング(最大リフトタイミング)は進角されることになる。

[0069] 図9は可変動弁装置100により実現されるバルブ104のリフト量とバルブタイミングとの関係を示すグラフである。この図に示すように、可変動弁装置100によれば、バルブ104のリフト量の増大に連動して作用角を増大させるとともにバルブタイミングを遅角することができ、逆に、バルブ104のリフト量の減少に連動して作用角を減少させるとともにバルブタイミングを進角することができる。なお、図9に示すように、バルブ104の開きタイミングは、バルブタイミングと作用角とによって決まる。図9中に記載されるように、最大リフト時からのリフト量の減少に応じて作用角が $\theta 2$ から $\theta 3$ に減少し、バルブタイミングが $\theta 1$ だけ進角したときのバルブ104の開きタイミングの遅角量 $\Delta \theta$ は、次の式(1)で表される。

$$\Delta \theta = (\theta 2 - \theta 3) / 2 - \theta 1 \cdots (1)$$

[0070] 上記(1)式に示すように、最大リフト時の開きタイミングを基準としたときのバルブ10

4の開きタイミングの遅角量 $\Delta \theta$ は、作用角の変化量とバルブタイミングの変化量とを適宜設定することによって調整することができる。したがって、例えばバルブ104を吸気バルブとした場合、図10に示すように、大リフト・大作用角ほど開きタイミングを早めて排気バルブとのオーバーラップを増加させ、小リフト・小作用角ほど開きタイミングを遅らせて排気バルブとのオーバーラップを減少させるようにすることもできる。また、図11に示すように、リフト量や作用角にかかわらず、開きタイミングを常に一定にすることもできる。

- [0071] 図10に示すバルブタイミングーリフト特性は、ガソリンエンジンの吸気バルブの制御に用いて好適である。ガソリンエンジンでは、高速で使用頻度の高い大リフト・大作用角では、開きタイミングを進角させたいという要求がある。これは、高速運転時には、吸気慣性効果や排気脈動といった動的効果による充填効率の向上を図るため、オーバーラップを大きくとる必要があるからである。一方、低速で 사용되는小リフト・小作用角では、開きタイミングは遅らせたい。低速ではオーバーラップがあると残留ガスが増加して逆に充填効率が低下してしまうからである。本実施形態の可変動弁装置100によれば、VVT等のバルブタイミング制御機構を用いることなく、図10に示すようなバルブタイミングーリフト特性を実現することができる。具体的には、バルブタイミングの進角量 θ_1 を作用角変化量($\theta_2 - \theta_3$)の $1/2$ よりも小さく設定すればよい。
- [0072] 図11に示すバルブタイミングーリフト特性は、ディーゼルエンジンの吸気バルブの制御に用いて好適である。高圧縮比でコンパクトな燃焼室が必要な場合、ピストンにバルブリセスを形成することができない。このため、ピストンスタンプのおそれを回避する必要から、ディーゼルエンジンでは、リフト量や作用角にかかわらず開きタイミングは常に一定にしたいという要求がある。本実施形態の可変動弁装置100によれば、図11に示すようなバルブタイミングーリフト特性を実現することができる。具体的には、バルブタイミングの進角量 θ_1 を作用角変化量($\theta_2 - \theta_3$)の $1/2$ に設定すればよい。なお、上記の要求とは別に、低温始動時には始動性の向上のために開きタイミングを遅らせたいという要求がある。筒内の負圧を利用して吸気流速を増大させるとともに、そのエネルギーによって温度上昇をはかることができるからである。そこで、可変動弁装置100とは別にVVT等のバルブタイミング制御機構を備えている場合

には、図11中に示すように、始動時には、バルブタイミング制御機構によってバルブタイミングを最遅角させるようにしてもよい。

[0073] (3) 可変動弁装置の連動切替動作

次に、図3を参照して可変動弁装置100の第2バルブ204の連動切替動作について説明する。

[0074] 第2バルブ204のリフト運動の連動先は、ピン290の挿入先を切り替えることで、第1駆動カム122と第2駆動カム222との間で選択的に切り替えることができる。本実施形態では、ピン290、各ピン孔142、464、及びピン290を駆動する図示しないアクチュエータによって連結切替手段が構成されている。

[0075] ピン290が第1揺動カムアーム140のピン孔142に挿入されているときには、第2揺動カムアーム240は第1揺動カムアーム140に連結され、第2バルブ204のリフト運動は、第1バルブ104のリフト運動と同じく第1駆動カム122の回転運動に連動する。第2揺動カムアーム240の揺動カム面252は第1揺動カムアーム140の揺動カム面152と同一のカムプロフィールを有しているため、第2バルブ204は第1バルブ104と同一の開弁特性でリフト運動することになる。

[0076] この場合、第2バルブ204の開弁特性は可変となる。制御軸132の回転角度を変化させることで、第2ローラ174のスライド面156上での接触位置P2と第1ローラ172の駆動カム面124上での接触位置P1は同時に変化し、第2バルブ204のリフト量とバルブタイミングは連動して変化する。

[0077] 一方、ピン290の挿入先を第1揺動カムアーム140のピン孔142からロストモーションアーム260のピン孔464に切り替えたときには、第2揺動カムアーム240はロストモーションアーム260に連結され、第2バルブ204のリフト運動は第2駆動カム222の回転運動に連動する。揺動カム面252に対するカムローラ262の位置は大リフト時の揺動カム面152に対する第1ローラ172の位置に等しいため、第2バルブ204は第1バルブ104の大リフト時の開弁特性でリフト運動することになる。

[0078] この場合、第1バルブ104の開弁特性は可変でありリフト量を変更できるのに対し、第2バルブ204の開弁特性は固定となりリフト量は一定となる。したがって、第1バルブ104と第2バルブ204が同一気筒の吸気バルブの場合には、第1バルブ104のリ

フト量を変更して両バルブ104, 204間のリフト量の差を制御することで、気筒内の混合気の流れを制御(スワール制御)することが可能になる。また、第1バルブ104の小リフト時のリフト量をゼロに設定しておけば、第1バルブ104のリフト運動を休止して、第2バルブ204からのみ混合気を吸入するようにすることも可能になる。

[0079] [本実施形態の可変動弁装置の利点]

以上説明した通り、本実施形態の可変動弁装置100によれば、制御軸132を回転駆動して制御カム134の回転角度を変化させることにより、第2ローラ174のスライド面上での接触位置P2と第1ローラ172の駆動カム面124上での接触位置P1を変化させ、その結果としてバルブ104のリフト量、作用角、及びバルブタイミングを連動して変化させることができる。

[0080] しかもその際、スライド面156が湾曲して形成されることにより、第1ローラ172の駆動カム面124上での位置の変化に対し、揺動カムアーム140の初期揺動角度が過度に変化することは抑えられる。ここで、図12乃至図15は、本実施形態の可変動弁装置100の利点、特に、スライド面156が湾曲して形成されることによる利点を分かりやすく説明するための説明図である。図12は本実施形態の可変動弁装置100の可変機構を模式的に示した図であり、図13は従来可変動弁装置の可変機構を模式的に示した図である。両機構において共通する部分は同一の符号を付している。両機構とも、駆動カム面14が形成されたカム軸12に平行に、カム軸12に対する相対位置を固定して制御軸2が配置されている。制御軸2には、制御軸2とともに回転する制御部材4が固定されるとともに、揺動部材8が揺動可能に取り付けられている。揺動部材8のカム軸12に対向する側にはスライド面10或いは20が形成されている。図12の機構では、スライド面10はカム軸12の回転方向に湾曲する曲面であるのに対し、図13の機構では、スライド面20は平面である。

[0081] スライド面10或いは20と駆動カム面14との間には中間ローラ(中間部材)16が配置され、中間ローラ16はスライド面10或いは20と駆動カム面14の双方に接触している。中間ローラ16は連結部材6によって位置決めされている。この連結部材6の揺動中心C1は、制御部材4によって制御軸2の中心C0から偏心した位置に位置決めされている。連結部材6は、中間ローラ16の揺動中心C1からの距離を一定に保持して

いる。

- [0082] なお、本実施形態の可変動弁装置100のカム軸120は、図12に示す機構のカム軸12に対応し、駆動カム122の駆動カム面124は駆動カム面14に対応している。また、制御軸132は制御軸12に対応し、制御アーム162は制御部材4に対応している。また、揺動カムアーム140は揺動部材8に対応し、スライド面156はスライド面10に対応している。また、第1ローラ162と第2ローラ164が中間ローラ16に対応し、リンクアーム164は連結部材6に対応している。
- [0083] 図12、図13の機構において、制御軸2を回転駆動し、制御部材4を実線に示す位置から破線に示す位置に回転移動させる。この制御部材4の回転移動により、制御部材4によって位置決めされている連結部材6の揺動中心C1は制御軸2の回りを回転移動する。中間ローラ16は駆動カム面14とスライド面10或いは20とに挟まれるとともに連結部材6によって揺動中心C1からの距離を一定に保持されているので、揺動中心C1の移動に応じてスライド面10と駆動カム面14との間を実線に示す位置から破線に示す位置に移動する。これにより、カム軸12が同一回転角度にあるときの中間ローラ16のスライド面10或いは20上での位置と駆動カム面14上での位置が連動して変化することになる。
- [0084] このとき、中間ローラ16が駆動カム面14とスライド面10或いは20とに挟まれながら移動することで、中間ローラ16の移動軌跡とスライド面10或いは20の設置位置との関係によってはスライド面10或いは20の位置が中間ローラ16の移動軌跡に合わせて変化し、揺動部材8の初期傾斜角度に変化が生じる。
- [0085] 図13の機構では、中間ローラ16の移動軌跡が駆動カム面14に沿った円弧状であるのに対し、スライド面20は平面であるため、中間ローラ16の移動軌跡にスライド面20の設置位置が一致せず、スライド面20の位置は中間ローラ16の移動軌跡に合わせて大きく変化してしまう。これにより、図7中に破線で示すように、揺動部材8の初期傾斜角度に変化 $\Delta \theta$ が生じ、その結果、バルブのリフト量が大きく変化してしまう。
- [0086] これに対し、図12の機構では、スライド面10はカム軸12の回転方向に湾曲した曲面に形成されているので、図13の平面状のスライド面20に比較して、中間ローラ16の移動軌跡とスライド面10の設置位置とのずれは小さい。図12では特別なケースと

してスライド面10がカム軸12と同心の円弧を形成する場合について図示している。この場合は、中間ローラ16の移動軌跡はスライド面10の設置位置に一致するので、中間ローラ16の移動に伴ってスライド面10の位置が変化することはない。これにより、揺動部材8の初期傾斜角度は一定位置に保たれ、初期傾斜角度の変化によってバルブのリフト量が増加してしまうことは防止される。

[0087] 図14は、本実施形態の可変動弁装置100と従来の可変動弁装置とで、必要なバルブタイミングの変更量に対するリフト量の変更量を比較した図である。この図に示すように、小リフト時のリフト量を同一にした場合には、従来の可変動弁装置では、大リフト時のリフト量が過大になってしまう(設定A)。逆に、大リフト時のリフト量を同一にした場合には、従来の可変動弁装置では、小リフト時のリフト量が過小になってしまう(設定B)。この図からも分かるように、本実施形態の可変動弁装置100によれば、必要なバルブタイミングの変更量に対してリフト量の変更量が過大になることを防止することができる。

[0088] ただし、従来の可変動弁装置でも、カム軸12と制御軸2との位置関係を調整すれば、リフト量の変更量が過大になるのを抑制することができる。具体的には、図15に示すように、小リフト時と大リフト時とで揺動部材8の初期傾斜角度が変化しないよう、小リフト時のスライド面20の位置に合わせて大リフト時の中間ローラ16の位置(破線で示す位置)を決め、それに合わせてカム軸12の位置を決めることになる。図15中では、このようにして位置調整を行った場合のカム軸12の位置(実線で示す位置)と、本実施形態の可変動弁装置100に相当するカム軸12の位置(破線で示す位置)とを比較して示している。

[0089] しかしながら、図15中の2つのカム軸12の位置を比較して分かるように、従来の可変動弁装置の機構では、リフト量の変更量が過大になるのを抑制できたとしても、カム軸12と制御軸2との間の距離Wが拡大し、また、カム軸12の高さHが高くなってしまふ。すなわち、装置が大型化してしまう。この点、本実施形態の可変動弁装置100によれば、装置の大型化を招くことなく、リフト量の変更量が過大になるのを抑制して所望の開弁特性を得ることができる。

[0090] 以上のように、本実施形態の可変動弁装置100によれば、バルブタイミングの変化

に対するリフト量の過度の変化を抑制することができる。その結果、VVT等のバルブタイミング可変機構を併用することなく、或いは、併用する場合であってもバルブタイミング可変機構は大きく動作させることなく、図10或いは図11で示すような理想的なバルブタイミングーリフト特性を実現することができる。

[0091] また、本実施形態の可変動弁装置100によれば、ピン290の挿入先を切り替えることで、第2バルブ204のリフト運動の連動先を第1駆動カム122と第2駆動カム222との間で選択的に切り替えることができる。第2バルブ204のリフト運動を第1駆動カム122に連動させる場合には、第2バルブ204の開弁特性を第1バルブ104のそれと一致させることができ、第1バルブ104と同様、第2バルブ204もリフト量とバルブタイミングを連動して変化させることが可能になる。第2バルブ204のリフト運動を第2駆動カム222に連動させる場合には、第2バルブ204の開弁特性を固定して両バルブ104, 204間のリフト量の差を制御することで、スワール制御を行ったりバルブ休止を行ったりすることが可能になる。

[0092] 実施の形態2.

以下、図16乃至図19参照して、本発明の実施の形態2について説明する。

[0093] [本実施形態の可変動弁装置の構成]

図16は、本発明の実施の形態2にかかる可変動弁装置300の構成を示す斜視図、図17は、図16のA方向の側面視図である。本可変動弁装置300はロッカーアーム方式の機械式動弁機構を有し、カム軸320の回転運動がカム軸320に設けられた駆動カム322によってロッカーアーム(バルブ支持部材)310の揺動運動に変換され、ロッカーアーム310に支持されるバルブ304の上下方向へのリフト運動に変換される。

[0094] 本可変動弁装置300も、実施の形態1と同様、駆動カム322とロッカーアーム310との間に、駆動カム322の回転運動にロッカーアーム310の揺動運動を連動させる可変機構330を介在させている。可変機構330は、以下に説明するように、制御軸332、偏心円盤334、揺動カムアーム340、偏心アーム360、第1ローラ362、及び第2ローラ364を主たる構成部材として構成されている。制御軸332はカム軸320に平行に、カム軸320に対する相対位置を固定して配置されている。制御軸332には図示し

ないアクチュエータ(例えばモータ)が接続されており、内燃機関のECUはアクチュエータを制御することによって制御軸332の回転角度を任意の角度に調整することができる。

[0095] 偏心円盤334は、その中心C1を制御軸332の中心C0から偏心させた状態で制御軸332に一体的に固定されている。偏心円盤334の外周には偏心アーム360が取り付けられている。偏心アーム360は偏心円盤334の回りを自在に回転できる回転体である。これら偏心円盤334と偏心アーム360の組は制御軸332の軸方向に距離をあけて一対設けられている(図17では、奥側の偏心円盤334及び偏心アーム360のみ図示され手前側の偏心軸及び偏心軸アームは省略されている)。

[0096] 第1ローラ362及び第2ローラ364は、左右の偏心アーム360、360の間に配置されている。偏心アーム360は偏心円盤334の径方向に延びるアーム部366を有しており、2つのローラ362、364は左右のアーム部366によってそれぞれの両軸端を回転自在に支持されている。これにより、2つのローラ362、364は偏心円盤334の回りを偏心円盤334の中心から一定距離を保ちながら揺動できるようになっている。2つのローラ362、364は偏心円盤334の略周方向に並んで配置され、上方に位置する第1ローラ362は駆動カム322の駆動カム面324(324a, 324b)に当接し、下方に位置する第2ローラ364は後述する揺動カムアーム340のスライド面356に当接している。

[0097] なお、駆動カム面324はプロフィールの異なる2つのカム面から構成されている。一方のカム面である非作用面324aはカム軸320の中心からの距離を一定に形成されている。他方のカム面である作用面324bはカム軸320の中心からの距離が次第に大きくなり、頂部を越えた後に次第に小さくなるように形成されている。本明細書では、非作用面324aと作用面324bの双方を区別しないときには、単に駆動カム面324と表記する。

[0098] 揺動カムアーム340は、2つの偏心円盤334の間に配置されている。揺動カムアーム340は、制御軸332の外周に回転自在に取り付けられた軸受け部342と、軸受け部342にぶら下がるカム部350から構成されている。カム部350は軸受け部342に一体的に接合されている。カム部350は、主に揺動カム面352(352a, 352b)、スラ

イド面356、及びバネ座面358の3つの面から構成されている。

- [0099] カム部350を構成する3つの面のうち、スライド面356とバネ座面358は軸受け部342から延びるように形成されており、スライド面356は駆動カム322に対向する側に、バネ座面358はその逆側に形成されている。スライド面356は駆動カム322の側に緩やかに湾曲するとともに、揺動中心である制御軸332の中心から遠くなるほど駆動カム322のカム基礎円(非作用面324a)との距離が大きくなるように形成されている。スライド面356と駆動カム面324との間には、前述のように第1ローラ362と第2ローラ364とが位置している。バネ座面358には、空間内に一端を固定されたロストモーションスプリング390の他端が掛けられている。ロストモーションスプリング390は圧縮バネであり、バネ座面358にはロストモーションスプリング390からの付勢力が作用している。
- [0100] バネ座面358に作用する付勢力は、揺動カムアーム340を介してスライド面356を第2ローラ364に押し当てる付勢力として作用し、さらに、偏心アーム360を介して第1ローラ362を駆動カム面324に押し当てる付勢力として作用する。これにより、第1ローラ362及び第2ローラ364は、スライド面356と駆動カム面324とに両側から挟みこまれて位置決めされる。
- [0101] 揺動カム面352はスライド面356の先端とバネ座面358の先端とを接続するように形成されている。揺動カム面352は揺動カムアーム340の揺動中心をカム中心とするカム面であり、プロファイルの異なる非作用面352aと作用面352bから構成されている。そのうち非作用面352aはカム基礎円の周面であり、制御軸332の中心C0からの距離を一定に形成されている。他方の面である作用面352bは、非作用面352aから見てロストモーションスプリング390の押圧力による揺動カムアーム340の回転方向(図17中では制御軸332を中心にして反時計回り方向)に設けられている。作用面352bは非作用面352aと滑らかに連続するように接続されるとともに、前記回転方向に向けて制御軸332の中心C0からの距離(すなわち、カム高さ)が次第に大きくなるよう形成されている。本明細書では、非作用面352aと作用面352bの双方を区別しないときには、単に揺動カム面352と表記する。
- [0102] 揺動カム面352に対向するように、ロッカーアーム310のロッカーローラ312が配置

されている。ロッカーローラ312はロッカーアーム310の中間部に回転自在に取り付けられている。ロッカーアーム310の一端にはバルブ304を支持するバルブシャフト302が取り付けられ、ロッカーアーム310の他端は油圧ラッシュアジャスタ306によって回転自在に支持されている。バルブシャフト302は図示しないバルブスプリングによって、閉方向、すなわち、ロッカーアーム310を押し上げる方向に付勢されている。ロッカーアーム310は、バルブスプリングの付勢力を受けたバルブシャフト302によって支持され、ロッカーローラ312は油圧ラッシュアジャスタ306によって揺動カム面352に押し当てられている。

[0103] [本実施形態の可変動弁装置の動作]

次に、本可変動弁装置300の動作について図18及び図19を参照して説明する。

[0104] (1) 可変動弁装置のリフト動作

まず、図18を参照して可変動弁装置300のリフト動作について説明する。図中、(A)はリフト動作の過程でバルブ304(図17参照、図18中では省略)が閉弁しているときの可変動弁装置300の状態を、また、(B)はリフト動作の過程でバルブ304が開弁しているときの可変動弁装置300の状態を、それぞれ表している。

[0105] 本可変動弁装置300では、駆動カム322の回転運動は、先ず、駆動カム面324に接触する第1ローラ362を介して偏心アーム360に入力される。駆動カム322は、スライド面356の先端側から制御軸332側へ、図中、時計回り方向に回転しているものとする。偏心アーム360は、空間内の位置を固定された偏心円盤334に回転自在に支持されているので、入力される駆動カム322の回転運動に応じて偏心円盤334を中心にして揺動する。偏心アーム360の揺動運動は、第2ローラ364を介して揺動カムアーム340のスライド面356に入力される。スライド面356はロストモーションスプリング390(図17参照、図18中では省略)の付勢力によって常に第2ローラ364に押し当てられているので、揺動カムアーム340は偏心アーム360の揺動運動に応じて制御軸332を中心にして揺動する。

[0106] 具体的には、図18の(A)に示す状態からカム軸320が回転すると、図18の(B)に示すように、第1ローラ362の駆動カム面324上での接触位置P1は非作用面324aから作用面324bへと移っていく。相対的に偏心アーム360は駆動カム322によって

押し下げられていき、揺動カムアーム340はそのスライド面356を偏心アーム360によって押し下げられる。これにより、揺動カムアーム340は制御軸332を中心にして図中、時計回り方向に回転する。カム軸320がさらに回転し、第1ローラ362の駆動カム面324上での接触位置P1が作用面324bの頂部を過ぎると、今度はロストモーションスプリング390とバルブスプリングによる付勢力によって、揺動カムアーム340は制御軸332を中心にして図中、反時計回り方向に回転する。

- [0107] このように揺動カムアーム340が制御軸332を中心にして回転することで、ロッカーローラ312の揺動カム面352上での接触位置P3が変化することになる。なお、図中では、ロッカーローラ312の揺動カム面352上での接触位置をP3i、P3fとして表記しているが、これは後述する初期接触位置P3iと最終接触位置P3fとを区別するためである。本明細書では、単にロッカーローラ312の揺動カム面352上での接触位置を指す場合には、接触位置P3と表記するものとする。
- [0108] 図18の(A)に示すように、ロッカーローラ312が非作用面352aに接触している場合には、非作用面352aは制御軸332の中心からの距離が一定であるので、その接触位置にかかわらずロッカーローラ312の空間内での位置は変化しない。したがって、ロッカーアーム310は揺動することがなく、バルブ304は一定位置に保持される。本可変動弁装置300では、ロッカーローラ312が非作用面352aに接触しているとき、バルブ304が閉弁状態になるように各部位の位置関係が調整されている。
- [0109] 図18の(B)に示すように、ロッカーローラ312の揺動カム面352上での接触位置P3が非作用面352aから作用面352bに切り換わると、ロッカーアーム310は作用面352bの制御軸332の中心からの距離に応じて押し下げられ、油圧ラッシュアジャスタ306による支持点を中心に時計回り方向へ揺動する。これにより、バルブ304はロッカーアーム310によって押し下げられ、開弁する。
- [0110] なお、図18は、可変動弁装置300がバルブ304に対して最大リフトを与えるように動作している様子を示しており、図18の(B)は最大リフト時における各部材の位置関係を示している。本実施形態の可変動弁装置300も、実施の形態1と同様、その最大リフト時において、第1ローラ362の駆動カム面324上での接触位置P1、第2ローラ364のスライド面356上での接触位置P2、及び、ロッカーローラ312の揺動カム面

352上での接触位置P3が、カム軸320の中心とロッカーローラ312の中心とを結ぶ直線上にほぼ並ぶように、各部材の設計が行われている。また、図18の(A)に示すように、バルブ304の閉弁時においても、各部材間の接触位置P1, P2, P3がカム軸320の中心とロッカーローラ312の中心とを結ぶ直線から大きく離れないように、偏心円盤334の制御軸332に対する位置を調整されている。

[0111] (2) 可変動弁装置のリフト量変更動作

次に、図18及び図19を参照して可変動弁装置300のリフト量変更動作について説明する。ここで、図19は可変動弁装置300がバルブ304(図17参照、図中では省略)に対して小さなリフトを与えるように動作している様子を示している。各図中、(A)はリフト動作の過程でバルブ304が閉弁しているときの可変動弁装置300の状態を、また、(B)はリフト動作の過程でバルブ304が開弁しているときの可変動弁装置300の状態を、それぞれ表している。

[0112] 図18に示すリフト量から図19に示すリフト量にリフト量を変更する場合、図18の(A)に示す状態において制御軸332を回転駆動し、図19の(A)に示す位置に偏心円盤334の中心C1を回転移動させる。第1ローラ362及び第2ローラ364は、偏心アーム360によって偏心円盤334の中心C1から一定距離に保持されている。このため、偏心円盤334の中心C1の移動に伴い、図18の(A)に示す位置から図19の(A)に示す位置に、第2ローラ364はスライド面356に沿って制御軸332から遠ざかる方向に移動し、同時に、第1ローラ362は駆動カム面324に沿ってその回転方向の上流側に移動する。

[0113] 第2ローラ364が制御軸332から遠ざかる方向に移動することで、揺動カムアーム340の揺動中心C0から第2ローラ364のスライド面356上での接触位置P2までの距離が長くなり、揺動カムアーム340の揺動角幅は減少する。揺動カムアーム340の揺動角幅は揺動中心C0から振動の入力点までの距離に反比例するからである。バルブ304のリフトは、各図の(B)に示すように、第1ローラ362の駆動カム面324上での接触位置P1が作用面324bの頂部にあるときに最大となり、その時点におけるロッカーローラ312の揺動カム面352上での接触位置P3f(以下、最終接触位置)によってバルブ304のリフト量が決まる。この最終接触位置P3fは、実施の形態1の場合と同

様(図8参照)、各図の(A)に示すロッカーローラ312の揺動カム面352上での接触位置P3i(以下、初期接触位置)と、揺動カムアーム340の揺動角幅とによって決まる。

[0114] 本実施形態の可変動弁装置300では、スライド面356は、その揺動中心C0からの距離が大きいほど駆動カム322のカム基礎円(非作用面324a)との距離が大きくなるように形成されている。このため、上記の接触位置P2が揺動カムアーム340の揺動中心C0から遠ざかるほど、揺動カムアーム340はスライド面356が駆動カム面324に近づく方向に傾斜することになる。図では、揺動カムアーム340は制御軸132を中心にして反時計回り方向に回転することになる。これにより、図19の(A)に示すように、ロッカーローラ312の揺動カム面352上での初期接触位置P3iは作用面352bから遠ざかる方向に移動する。

[0115] 上記のように制御軸332を回転させることで、揺動カムアーム340の揺動角幅が減少するとともに、初期接触位置P3iが作用面352bから遠ざかる方向に移動する。その結果、ロッカーローラ312が到達できる最終接触位置P3fは非作用面352a側に移動することになり、バルブ304のリフト量は減少する。また、ロッカーローラ312が作用面352a上に位置している期間(クランク角度)が、バルブ304の作用角となるが、最終接触位置P3fが非作用面352a側に移動することで、バルブ304の作用角も減少する。さらに、第1ローラ362がカム軸320の回転方向の上流側に移動することで、カム軸320が同一回転角度にあるときの第1ローラ362の駆動カム面324上での接触位置P1は、駆動カム322の進角側に移動する。これにより、カム軸320の位相に対する揺動カムアーム340の揺動タイミングは進角され、その結果、バルブタイミング(最大リフトタイミング)は進角されることになる。

[0116] [本実施形態の可変動弁装置の利点]

以上説明した通り、本実施形態の可変動弁装置300によれば、制御軸332の回転角度を変化させることにより、第2ローラ364のスライド面356上での接触位置P2と第1ローラ362の駆動カム面324上での接触位置P1を変化させ、その結果としてバルブ304のリフト量、作用角、及びバルブタイミングを連動して変化させることができる。しかもその際、スライド面356が湾曲して形成されることにより、第1ローラ362の駆動

カム面324上での位置の変化に対し、揺動カムアーム340の初期揺動角度が過度に変化することは抑えられる。

[0117] したがって、本実施形態の可変動弁装置300によれば、実施の形態1の可変動弁装置100と同様、バルブタイミングの変化に対するリフト量の過度の変化を抑制することができ、VVT等のバルブタイミング可変機構を併用することなく、或いは、併用する場合であってもバルブタイミング可変機構は大きく動作させることなく、理想的なバルブタイミングーリフト特性を実現することができる。つまり、本実施形態の可変動弁装置300によっても、図10や図11に示すようなバルブタイミングーリフト特性を実現することができる。

[0118] さらに、本実施形態の可変動弁装置300によれば、制御軸332に固定された偏心円盤334の外周面にローラ362, 364を支持する偏心アーム360が回転自在に取り付けられるという構成により、高い剛性を確保することができるとともに、高速運転時の作動安定性も実現することができる。

[0119] 実施の形態3.

以下、図20乃至図22参照して、本発明の実施の形態3について説明する。

[0120] [本実施形態の可変動弁装置の構成]

図20は、本発明の実施の形態3にかかる可変動弁装置400の構成を示す側面図である。本可変動弁装置400はロッカーアーム方式の機械式動弁機構を有し、カム軸420の回転運動がカム軸420に設けられた駆動カム422によってロッカーアーム(バルブ支持部材)410の揺動運動に変換され、ロッカーアーム410に支持されるバルブ404の上下方向へのリフト運動に変換される。駆動カム422はプロフィールの異なる2つのカム面424a, 424bを有している。一方のカム面である非作用面424aはカム軸420の中心からの距離を一定に形成されている。他方のカム面である作用面424bはカム軸420の中心からの距離が次第に大きくなり、頂部を越えた後に次第に小さくなるように形成されている。本明細書では、非作用面424aと作用面424bの双方を区別しないときには、単に駆動カム面424と表記する。

[0121] 本可変動弁装置400も、実施の形態1と同様、駆動カム422とロッカーアーム410との間に、駆動カム422の回転運動にロッカーアーム410の揺動運動を連動させる連

動可変機構430を介在させている。連動可変機構430は、以下に説明するように、制御軸432、揺動カムアーム(揺動部材)450、制御アーム(制御部材)460、第1ローラ470、第2ローラ472、及び、第1ローラ470と第2ローラ472を連結する連結軸474を主たる構成部材として構成されている。制御軸432は、カム軸420に平行な軸であって、ロッカーアーム410よりもカム軸420の回転方向の下流側にカム軸420に対する相対位置を固定して配置されている。制御軸432の外周面には制御軸432と同心の第1ギヤ434が配置され、制御軸432に固定されている。また、制御軸432には図示しないアクチュエータ(例えばモータ)が接続されており、内燃機関のECUはアクチュエータを制御することによって制御軸432の回転角度を任意の角度に調整することができる。

[0122] 揺動カムアーム450は制御軸432に揺動可能に支持され、その先端を駆動カム422の回転方向の上流側に向けて配置されている。揺動カムアーム450の駆動カム422に対向する側には、後述する第2ローラ472に接触するスライド面456が形成されている。スライド面456は駆動カム422側に緩やかに湾曲するとともに、揺動中心である制御軸432の中心から遠くなるほど駆動カム422のカム基礎円(非作用面424a)との距離が大きくなるように形成されている。

[0123] 一方、揺動カムアーム450のスライド面456とは逆側の面には、揺動カム面452(452a, 452b)が形成されている。揺動カム面452は揺動カムアーム450の揺動中心をカム中心とするカム面であり、プロフィールの異なる非作用面452aと作用面452bから構成されている。そのうち非作用面452aはカム基礎円の周面であり、制御軸432の中心からの距離を一定に形成されている。他方の面である作用面452bは非作用面452aから見て揺動カムアーム450の先端側に設けられ、非作用面452aに滑らかに連続するように接続されるとともに、揺動カムアーム450の先端に向けて制御軸432の中心からの距離(すなわち、カム高さ)が次第に大きくなるよう形成されている。本明細書では、非作用面452aと作用面452bの双方を区別しないときには、単に揺動カム面452と表記する。

[0124] 本可変動弁装置400は、1つの駆動カム422によって2つのバルブ404を駆動する1カム2弁駆動構造を採用している。このため、揺動カムアーム450は、駆動カム422

の両側に一対配置されている(図20では手前側の揺動カムアーム450のみ図示されている)。そして、揺動カムアーム450毎にロッカーアーム410が配置されている。揺動カム面452は、ロッカーアーム410のロッカーローラ412に接触している。ロッカーローラ412はロッカーアーム410の中間部に回転自在に取り付けられている。ロッカーアーム410の一端にはバルブ404を支持するバルブシャフト402が取り付けられ、ロッカーアーム410の他端は油圧ラッシュアジャスタ406によって回転自在に支持されている。バルブシャフト402は図示しないバルブスプリングによって、閉方向、すなわち、ロッカーアーム410を押し上げる方向に付勢されている。ロッカーアーム410は、バルブスプリングの付勢力を受けたバルブシャフト402によって支持され、ロッカーローラ412は油圧ラッシュアジャスタ406によって揺動カム面452に押し当てられている。

- [0125] また、揺動カムアーム450には、ロストモーションスプリング490を掛けるためのバネ座458が設けられている。バネ座458は、非作用面452aの後方に揺動カムアーム450の延伸方向とは逆方向に延びるように設けられている。ロストモーションスプリング490は圧縮バネであり、図示しない静止部材に他方の端部を固定されている。揺動カムアーム450は、ロストモーションスプリング490からバネ座458に作用するバネ力によってスライド面456側に回転するよう付勢されている。
- [0126] 制御アーム460はカム軸420に回転可能に支持されている。制御アーム460には制御アーム460の回転中心、すなわち、カム軸420と同心の円弧に沿って形成された扇状の第2ギヤ462が設けられている。制御アーム460は第2ギヤ462が第1ギヤ434と同一面内に位置するようにカム軸420上の位置を調整され、また、第2ギヤ462が第1ギヤ434に対向するように回転位相を調整されている。第2ギヤ462は第1ギヤ434に噛み合わされ、制御軸432の回転が第1ギヤ434及び第2ギヤ462を介して制御アーム460に入力されるようになっている。つまり、第1ギヤ434と第2ギヤ462により、制御アーム460の回転を制御軸432の回転に連動させる連動機構が構成されている。また、第2ギヤ462の径は第1ギヤ434の径よりも大径に設定されており、第1ギヤ434と第2ギヤ462により、制御軸432の回転を減速して制御アーム460に伝達する減速機構が構成されている。

[0127] なお、制御アーム460は、駆動カム422の両側に一対設けられている(図20では手前側の制御アーム460のみ図示されている)。第1ギヤ434も制御アーム460に対応して左右の揺動カムアーム450の外側に一対設けられ、それぞれ対応する制御アーム460の第2ギヤ462に噛み合わされている。

[0128] 制御アーム460には、カム軸420の中心側から外側に向けて、すなわち、カム軸420の略径方向に延びるガイド466が一体的に形成されている。制御アーム460は、ガイド466が揺動カムアーム450のスライド面456に対して略直角に対向するようにカム軸420に対するおおよその回転角度を調整されている。前述のように制御アーム460は駆動カム422の両側に一対配置されており、左右それぞれの制御アーム460にガイド466が形成されている。左右のガイド466には連結軸474が通されており、連結軸474はガイド466に沿って移動可能になっている。この連結軸474上には、1つの第1ローラ470と、その両側に2つの第2ローラ472が回転自在に支持されている(図20では手前側の第2ローラ472のみ図示されている)。両ローラ470、472は駆動カム面424とスライド面456に挟まれるように配置されている。駆動カム面424には第1ローラ470が接触し、各揺動カムアーム450のスライド面456には第2ローラ472が接触している。揺動カムアーム450がロストモーションスプリング490から受ける付勢力により、第2ローラ472はスライド面456によって押し上げられ、第2ローラ472と同軸一体の第1ローラ470は駆動カム面424に押し付けられている。

[0129] [本実施形態の可変動弁装置の動作]

次に、本可変動弁装置400の動作について図21及び図22を参照して説明する。なお、図21及び図22では、ローラ470、472の動きがよく分かるように、手前側の制御アーム460と第1ギヤ434の図示は省略されている。

[0130] (1) 可変動弁装置のリフト動作

まず、図21を参照して可変動弁装置400のリフト動作について説明する。図中、(A)はリフト動作の過程でバルブ404が閉弁しているときの可変動弁装置400の状態を、また、(B)はリフト動作の過程でバルブ404が開弁しているときの可変動弁装置400の状態を、それぞれ表している。

[0131] 本可変動弁装置400では、駆動カム422の回転運動は、先ず、駆動カム面424に

接触する第1ローラ470に入力される。第1ローラ470は同軸一体に設けられた第2ローラ472とともにガイド466に沿って往復運動する。このとき、制御アーム460は、カム軸420に対して自由回転可能であり、且つ、第1ギヤ434(図20参照)と第2ギヤ462を介して制御軸432に回転を拘束されているので、駆動カム422の回転にかかわらず一定の姿勢で静止している。ローラ470、472のガイド466に沿った往復運動は、第2ローラ472を支持している揺動カムアーム450のスライド面456に入力される。スライド面456はロストモーションスプリング(図示略)の付勢力によって常に第2ローラ472に押し当てられているので、揺動カムアーム450は駆動カム422の回転に応じて制御軸432を中心にして揺動する。

[0132] 具体的には、図21の(A)に示す状態からカム軸420が回転すると、図21の(B)に示すように、第1ローラ470の駆動カム面424上での接触位置P1は非作用面424aから作用面424bへと移っていく。相対的に第1ローラ470は駆動カム422によって押し下げられ、同軸一体の第2ローラ472とともにガイド466によって規定された軌跡に沿って回転する。これにより、揺動カムアーム450はそのスライド面456を第2ローラ472によって押し下げられ、制御軸432を中心にして図中、時計回り方向に回転する。カム軸420がさらに回転し、第1ローラ470の駆動カム面424上での接触位置P1が作用面424bの頂部を過ぎると、今度はロストモーションスプリングとバルブスプリングによる付勢力によって、揺動カムアーム450は制御軸432を中心にして図中、反時計回り方向に回転する。

[0133] このように揺動カムアーム450が制御軸432を中心にして回転することで、ロッカーローラ412の揺動カム面452上での接触位置P3が変化することになる。なお、図中では、ロッカーローラ412の揺動カム面452上での接触位置をP3i、P3fとして表記しているが、これは後述する初期接触位置P3iと最終接触位置P3fとを区別するためである。本明細書では、単にロッカーローラ412の揺動カム面452上での接触位置を指す場合には、接触位置P3と表記するものとする。

[0134] 図21の(A)に示すように、ロッカーローラ412が非作用面452aに接触している場合には、非作用面452aは制御軸432の中心からの距離が一定であるので、その接触位置にかかわらずロッカーローラ412の空間内での位置は変化しない。したがって

、ロッカーアーム410は揺動することがなく、バルブ404は一定位置に保持される。本可変動弁装置400では、ロッカーローラ412が非作用面452aに接触しているとき、バルブ404が閉弁状態になるように各部位の位置関係が調整されている。

[0135] そして、図21の(B)に示すように、ロッカーローラ412の揺動カム面452上での接触位置P3が非作用面452aから作用面452bに切り換わると、ロッカーアーム410は作用面452bの制御軸432の中心からの距離に応じて押し下げられ、油圧ラッシュアジャスタ406による支持点を中心に時計回り方向へ揺動する。これにより、バルブ404はロッカーアーム410によって押し下げられ、開弁する。

[0136] なお、図21は、可変動弁装置400がバルブ404に対して最大リフトを与えるように動作している様子を示しており、図21の(B)は最大リフト時における各部材の位置関係を示している。本実施形態の可変動弁装置400も、実施の形態1と同様、その最大リフト時において、第1ローラ470の駆動カム面424上での接触位置P1、第2ローラ472のスライド面456上での接触位置P2、及び、ロッカーローラ412の揺動カム面452上での接触位置P3が、カム軸420の中心とロッカーローラ412の中心とを結ぶ直線上にほぼ並ぶように、各部材の設計が行われている。また、図21の(A)に示すように、バルブ404の閉弁時においても、各部材間の接触位置P1、P2、P3がカム軸420の中心とロッカーローラ412の中心とを結ぶ直線から大きく離れないように、カム軸420に対するガイド466の方向を設定されている。

[0137] (2) 可変動弁装置のリフト量変更動作

次に、図21及び図22を参照して可変動弁装置400のリフト量変更動作について説明する。ここで、図22は可変動弁装置400がバルブ404に対して小さなリフトを与えるように動作している様子を示している。図中、(A)はリフト動作の過程でバルブ404が閉弁しているときの可変動弁装置400の状態を、また、(B)はリフト動作の過程でバルブ404が開弁しているときの可変動弁装置400の状態を、それぞれ表している。

[0138] 図21に示すリフト量から図22に示すリフト量にリフト量を変更する場合、図21の(A)に示す状態において制御軸432をカム軸420の回転方向と同方向(図中、時計回り方向)に回転駆動し、図22の(A)に示す回転角度に制御アーム460を回転させる。制御アーム460の回転量は、制御軸432の回転量と、第1ギヤ434(図1参照)と第

2ギヤ462のギヤ比によって決まる。両ローラ470, 472は制御リンク164によって制御アーム460に連結されているので、制御アーム460の回転に伴い、第1ローラ470は駆動カム面424に沿ってカム軸420の回転方向の上流側に移動し、第2ローラ472はスライド面456に沿って制御軸432から遠ざかる方向に移動する。

[0139] 第2ローラ472が制御軸432から遠ざかる方向に移動することで、揺動カムアーム450の揺動中心C0から第2ローラ472のスライド面456上での接触位置P2までの距離が長くなり、揺動カムアーム450の揺動角幅は減少する。揺動カムアーム450の揺動角幅は揺動中心C0から振動の入力点である接触位置P2までの距離に反比例するからである。バルブ404のリフトは、各図の(B)に示すように、第1ローラ470の駆動カム面424上での接触位置P1が作用面424bの頂部にあるときに最大となり、その時点におけるロッカーローラ412の揺動カム面452上での接触位置P3f(以下、最終接触位置)によってバルブ404のリフト量が決まる。この最終接触位置P3fは、実施の形態1の場合と同様(図8参照)、前述の揺動カムアーム450の揺動角幅と、各図の(A)に示すロッカーローラ412の揺動カム面452上での接触位置P3i(以下、初期接触位置)とによって決まる。

[0140] 本実施形態の可変動弁装置400では、スライド面456は、その揺動中心からの距離が大きいほど駆動カム422のカム基礎円(非作用面424a)との距離が大きくなるように形成されている。このため、上記の接触位置P2が揺動カムアーム450の揺動中心C0から遠ざかるほど、揺動カムアーム450はスライド面456が駆動カム面424に近づく方向に傾斜することになる。図では、揺動カムアーム450は制御軸432を中心にして反時計回り方向に回転することになる。これにより、図22の(A)に示すように、ロッカーローラ412の揺動カム面452上での初期接触位置P3iは作用面452bから遠ざかる方向に移動する。

[0141] 上記のように、制御軸432をカム軸420の回転方向と同方向に回転させると、揺動カムアーム450の揺動角幅が減少するとともに、初期接触位置P3iが作用面452bから遠ざかる方向に移動する。その結果、ロッカーローラ412が到達できる最終接触位置P3fは非作用面452a側に移動することになり、バルブ404のリフト量は減少する。また、ロッカーローラ412が作用面452a上に位置している期間(クランク角度)が、バ

ルブ404の作用角となるが、最終接触位置P3fが非作用面452a側に移動することで、バルブ404の作用角も減少する。さらに、第1ローラ470がカム軸420の回転方向の上流側に移動することで、カム軸420が同一回転角度にあるときの第1ローラ470の駆動カム面424上での接触位置P1は、駆動カム422の進角側に移動する。これにより、カム軸420の位相に対する揺動カム450の揺動タイミングは進角され、その結果、バルブタイミング(最大リフトタイミング)は進角されることになる。

[0142] [本実施形態の可変動弁装置の利点]

以上説明した通り、本実施形態の可変動弁装置400によれば、制御軸432の回転角度を変化させることにより、第2ローラ472のスライド面456上での接触位置P2と第1ローラ470の駆動カム面424上での接触位置P1を変化させ、その結果としてバルブ404のリフト量、作用角、及びバルブタイミングを連動して変化させることができる。しかもその際、スライド面456が湾曲して形成されることにより、第1ローラ470の駆動カム面424上での位置の変化に対し、揺動カムアーム450の初期揺動角度が過度に変化することは抑えられる。

[0143] したがって、本実施形態の可変動弁装置400によれば、実施の形態1の可変動弁装置100と同様、バルブタイミングの変化に対するリフト量の過度の変化を抑制することができ、VVT等のバルブタイミング可変機構を併用することなく、或いは、併用する場合であってもバルブタイミング可変機構は大きく動作させることなく、理想的なバルブタイミングーリフト特性を実現することができる。つまり、本実施形態の可変動弁装置400によっても、図10や図11に示すようなバルブタイミングーリフト特性を実現することができる。

[0144] さらに、本実施形態の可変動弁装置400によれば、既存のカム軸420に制御アーム460が取り付けられ、この制御アーム460によってローラ470、472が支持されることで、装置全体をコンパクトに構成することができる。また、連動可変機構430のうち、バルブ404のリフト運動時に可動するのはローラ470、472と揺動カムアーム450のみであるので、可動部全体の慣性質量の増加は抑制されている。

[0145] 実施の形態4.

以下、図23乃至図25参照して、本発明の実施の形態4について説明する。

[0146] [本実施形態の可変動弁装置の構成]

図23は、本発明の実施の形態4にかかる可変動弁装置500の構成を示す側面視図である。本可変動弁装置500はロッカーアーム方式の機械式動弁機構を有し、カム軸520の回転運動がカム軸520に設けられた駆動カム522によってロッカーアーム(バルブ支持部材)510の揺動運動に変換され、ロッカーアーム510に支持されるバルブ504の上下方向へのリフト運動に変換される。駆動カム522はプロフィールの異なる2つのカム面524a, 524bを有している。一方のカム面である非作用面524aはカム軸520の中心からの距離を一定に形成されている。他方のカム面である作用面524bはカム軸520の中心からの距離が次第に大きくなり、頂部を越えた後に次第に小さくなるように形成されている。本明細書では、非作用面524aと作用面524bの双方を区別しないときには、単に駆動カム面524と表記する。

[0147] 本可変動弁装置500も、実施の形態1と同様、駆動カム522とロッカーアーム510との間に、駆動カム522の回転運動にロッカーアーム510の揺動運動を連動させる連動可変機構230を介在させている。連動可変機構230は、以下に説明するように、制御軸532、揺動カムアーム(揺動部材)550、制御アーム(制御部材)560、制御リンク(リンク部材)564、第1ローラ570、第2ローラ572、及び、第1ローラ570と第2ローラ572を連結する連結軸574を主たる構成部材として構成されている。制御軸532は、カム軸520に平行な軸であって、ロッカーアーム510よりもカム軸520の回転方向の下流側にカム軸520に対する相対位置を固定して配置されている。制御軸532の外周面には制御軸532と同心の第1ギヤ534が配置され、制御軸532に固定されている。また、制御軸532には図示しないアクチュエータ(例えばモータ)が接続されており、内燃機関のECUはアクチュエータを制御することによって制御軸532の回転角度を任意の角度に調整することができる。

[0148] 揺動カムアーム550は制御軸532に揺動可能に支持され、その先端を駆動カム522の回転方向の上流側に向けて配置されている。揺動カムアーム550の駆動カム522に対向する側には、後述する第2ローラ572に接触するスライド面556が形成されている。スライド面556は駆動カム522側に緩やかに湾曲するとともに、揺動中心である制御軸532の中心から遠くなるほど駆動カム522のカム基礎円(非作用面522a

)との距離が大きくなるように形成されている。

[0149] 一方、揺動カムアーム550のスライド面556とは逆側の面には、揺動カム面552(552a, 552b)が形成されている。揺動カム面552は揺動カムアーム550の揺動中心をカム中心とするカム面であり、プロフィールの異なる非作用面552aと作用面552bから構成されている。そのうち非作用面552aはカム基礎円の周面であり、制御軸532の中心からの距離を一定に形成されている。他方の面である作用面552bは非作用面552aから見て揺動カムアーム550の先端側に設けられ、非作用面552aに滑らかに連続するように接続されるとともに、揺動カムアーム550の先端に向けて制御軸532の中心からの距離(すなわち、カム高さ)が次第に大きくなるよう形成されている。本明細書では、非作用面552aと作用面552bの双方を区別しないときには、単に揺動カム面552と表記する。

[0150] 本可変動弁装置500は、1つの駆動カム522によって2つのバルブ504を駆動する1カム2弁駆動構造を採用している。このため、揺動カムアーム550は、駆動カム522の両側に一対配置されている(図23では手前側の揺動カムアーム550のみ図示されている)。そして、揺動カムアーム550毎にロッカーアーム510が配置されている。揺動カムアーム550の揺動カム面552は、ロッカーアーム510のロッカーローラ512に接触している。ロッカーローラ512はロッカーアーム510の中間部に回転自在に取り付けられている。ロッカーアーム510の一端にはバルブ504を支持するバルブシャフト502が取り付けられ、ロッカーアーム510の他端は油圧ラッシュアジャスタ506によって回動自在に支持されている。バルブシャフト502は図示しないバルブスプリングによって、閉方向、すなわち、ロッカーアーム510を押し上げる方向に付勢されている。ロッカーアーム510は、バルブスプリングの付勢力を受けたバルブシャフト502によって支持され、ロッカーローラ512は油圧ラッシュアジャスタ506によって揺動カム面552に押し当てられている。

[0151] また、揺動カムアーム550には、図示しないロストモーションスプリングを掛けるためのバネ座面558が形成されている。バネ座面558は、非作用面552aに関し作用面552bとは逆側に形成されている。ロストモーションスプリングは圧縮バネであり、図示しない静止部材に他方の端部を固定されている。揺動カムアーム550は、ロストモーシ

ヨンスプリングからバネ座面558に作用するバネ力によってスライド面556側に回転するよう付勢されている。

- [0152] 制御アーム560はカム軸520に回転可能に支持されている。制御アーム560には制御アーム560の回転中心、すなわち、カム軸520と同心の円弧に沿って形成された扇状の第2ギヤ562が設けられている。制御アーム560は第2ギヤ562が第1ギヤ534と同一面内に位置するようにカム軸520上の位置を調整され、また、第2ギヤ562が第1ギヤ534に対向するように回転位相を調整されている。第2ギヤ562は第1ギヤ534に噛み合わされ、制御軸532の回転が第1ギヤ534及び第2ギヤ562を介して制御アーム560に入力されるようになっている。つまり、第1ギヤ534と第2ギヤ562により、制御アーム560の回転を制御軸532の回転に連動させる回転連動機構が構成されている。また、第2ギヤ562の径は第1ギヤ534の径よりも大径に設定されており、第1ギヤ534と第2ギヤ562により、制御軸532の回転を減速して制御アーム560に伝達する減速機構が構成されてもいる。
- [0153] 制御アーム560には、その回動中心であるカム軸520の中心から偏心した位置に制御リンク564が回転自在に取り付けられている。制御リンク564はその支点側の両端部に接続ピン566を備えており、この接続ピン566を制御アーム560に回転自在に支持されている。制御アーム560上での接続ピン566の位置は、制御アーム560の回動中心に関し第2ギヤ562のほぼ反対側となっている。制御リンク564は、接続ピン566を支点として先端を制御軸532に向けて配置されている。なお、制御アーム560は駆動カム522の両側に一対設けられ、左右の制御アーム560によって制御リンク564が支持されている(図23では手前側の制御アーム560は省略されている)。
- [0154] 制御リンク564は、左右一対のアーム568を有しており、左右のアーム568によって連結軸574を支持している(図23では手前側のアーム568のみ図示されている)。連結軸574上には、1つの第1ローラ570と、その両側に2つの第2ローラ572が回転自在に支持されている(図23では手前側の第2ローラ572のみ図示されている)。制御リンク564は、揺動カムアーム550の延伸方向に対向するように先端を制御軸532の方向に向けて配置され、両ローラ570、572は駆動カム面524とスライド面556に挟まれるように配置されている。駆動カム面524には第1ローラ570が接触し、各揺動カ

ムアーム550のスライド面556には第2ローラ572が接触している。揺動カムアーム550がロストモーションスプリングから受ける付勢力により、第2ローラ572はスライド面556によって押し上げられ、第2ローラ572と同軸一体の第1ローラ570は駆動カム面524に押し付けられている。

[0155] [本実施形態の可変動弁装置の動作]

次に、本可変動弁装置500の動作について図24及び図25を参照して説明する。

[0156] (1) 可変動弁装置のリフト動作

まず、図24を参照して可変動弁装置500のリフト動作について説明する。図中、(A)はリフト動作の過程でバルブ504が閉弁しているときの可変動弁装置500の状態を、また、(B)はリフト動作の過程でバルブ504が開弁しているときの可変動弁装置500の状態を、それぞれ表している。

[0157] 本可変動弁装置500では、駆動カム522の回転運動は、先ず、駆動カム面524に接触する第1ローラ570に入力される。第1ローラ570は同軸一体に設けられた第2ローラ572とともにピン566を中心に回転し、その運動は第2ローラ572を支持している揺動カムアーム550のスライド面556に入力される。スライド面556はロストモーションスプリング(図示略)の付勢力によって常に第2ローラ572に押し当てられているので、揺動カムアーム550は駆動カム522の回転に応じて制御軸532を中心にして揺動する。

[0158] 具体的には、図24の(A)に示す状態からカム軸520が回転すると、図24の(B)に示すように、第1ローラ570の駆動カム面524上での接触位置P1は非作用面524aから作用面524bへと移っていく。相対的に第1ローラ570は駆動カム522によって押し下げられ、同軸一体の第2ローラ572とともに制御リンク564によって規定された軌跡に沿って回転する。これにより、揺動カムアーム550はそのスライド面556を第2ローラ572によって押し下げられ、制御軸532を中心にして図中、時計回り方向に回転する。カム軸520がさらに回転し、第1ローラ570の駆動カム面524上での接触位置P1が作用面524bの頂部を過ぎると、今度はロストモーションスプリングによる付勢力によって、揺動カムアーム550は制御軸532を中心にして図中、反時計回り方向に回転する。

- [0159] このように揺動カムアーム550が制御軸532を中心にして回転することで、ロッカーローラ512の揺動カム面552上での接触位置P3が変化することになる。なお、図中では、ロッカーローラ512の揺動カム面552上での接触位置をP3i、P3fとして表記しているが、これは後述する初期接触位置P3iと最終接触位置P3fとを区別するためである。本明細書では、単にロッカーローラ512の揺動カム面552上での接触位置を指す場合には、接触位置P3と表記するものとする。
- [0160] 図24の(A)に示すように、ロッカーローラ512が非作用面552aに接触している場合には、非作用面552aは制御軸532の中心からの距離が一定であるので、その接触位置にかかわらずロッカーローラ512の空間内での位置は変化しない。したがって、ロッカーアーム510は揺動することがなく、バルブ504は一定位置に保持される。本可変動弁装置500では、ロッカーローラ512が非作用面552aに接触しているとき、バルブ504が閉弁状態になるように各部位の位置関係が調整されている。
- [0161] そして、図24の(B)に示すように、ロッカーローラ512の揺動カム面552上での接触位置P3が非作用面552aから作用面552bに切り換わると、ロッカーアーム510は作用面552bの制御軸532の中心からの距離に応じて押し下げられ、油圧ラッシュアジャスタ106による支持点を中心に時計回り方向へ揺動する。これにより、バルブ504はロッカーアーム510によって押し下げられ、開弁する。
- [0162] なお、図24は、可変動弁装置500がバルブ504に対して最大リフトを与えるように動作している様子を示しており、図24の(B)は最大リフト時における各部材の位置関係を示している。本実施形態の可変動弁装置500も、実施の形態1と同様、その最大リフト時において、第1ローラ570の駆動カム面524上での接触位置P1、第2ローラ572のスライド面556上での接触位置P2、及び、ロッカーローラ512の揺動カム面552上での接触位置P3が、カム軸520の中心とロッカーローラ512の中心とを結ぶ直線上にほぼ並ぶように、各部材の設計が行われている。また、図24の(A)に示すように、バルブ504の閉弁時においても、各部材間の接触位置P1、P2、P3がカム軸520の中心とロッカーローラ512の中心とを結ぶ直線から大きく離れないように、制御リンク564の揺動中心(ピン566)のカム軸520に対する位置を調整されている。
- [0163] (2)可変動弁装置のリフト量変更動作

次に、図24及び図25を参照して可変動弁装置500のリフト量変更動作について説明する。ここで、図25は可変動弁装置500がバルブ504に対して小さなリフトを与えるように動作している様子を示している各図中、(A)はリフト動作の過程でバルブ504が閉弁しているときの可変動弁装置500の状態を、また、(B)はリフト動作の過程でバルブ504が開弁しているときの可変動弁装置500の状態を、それぞれ表している。

- [0164] 図24に示すリフト量から図25に示すリフト量にリフト量を変更する場合、図24の(A)に示す状態において制御軸532をカム軸520の回転方向と同方向(図中、時計回り方向)に回転駆動し、図25の(A)に示す回転角度に制御アーム560を回転させる。制御アーム560の回転量は、制御軸532の回転量と、第1ギヤ534(図23参照)と第2ギヤ562のギヤ比によって決まる。両ローラ570, 572は制御リンク564によって制御アーム560に連結されているので、制御アーム560の回転に伴い、第1ローラ570は駆動カム面524に沿ってカム軸520の回転方向の上流側に移動し、第2ローラ572はスライド面556に沿って制御軸532から遠ざかる方向に移動する。
- [0165] 第2ローラ572が制御軸532から遠ざかる方向に移動することで、揺動カムアーム550の揺動中心C0から第2ローラ572のスライド面556上での接触位置P2までの距離が長くなり、揺動カムアーム550の揺動角幅は減少する。揺動カムアーム550の揺動角幅は揺動中心C0から振動の入力点である接触位置P2までの距離に反比例するからである。バルブ504のリフトは、各図の(B)に示すように、第1ローラ570の駆動カム面524上での接触位置P1が作用面524bの頂部にあるときに最大となり、その時点におけるロッカーローラ512の揺動カム面552上での接触位置P3f(以下、最終接触位置)によってバルブ504のリフト量が決まる。この最終接触位置P3fは、実施の形態1の場合と同様(図8参照)、前述の揺動カムアーム550の揺動角幅と、各図の(A)に示すロッカーローラ512の揺動カム面552上での接触位置P3i(以下、初期接触位置)とによって決まる。
- [0166] 本実施形態の可変動弁装置500では、スライド面556は、その揺動中心からの距離が大きいほど駆動カム522のカム基礎円(非作用面522a)との距離が大きくなるように形成されている。このため、上記の接触位置P2が揺動カムアーム550の揺動中心C0から遠ざかるほど、揺動カムアーム550はスライド面556が駆動カム面524に近

づく方向に傾斜することになる。図では、揺動カムアーム550は制御軸532を中心に反時計回り方向に回転することになる。これにより、図25の(A)に示すように、ロッカーローラ512の揺動カム面552上での初期接触位置P3iは作用面552bから遠ざかる方向に移動する。

- [0167] 上記のように、制御軸532をカム軸520の回転方向と同方向に回転させると、揺動カムアーム550の揺動角幅が減少するとともに、初期接触位置P3iが作用面552bから遠ざかる方向に移動する。その結果、ロッカーローラ512が到達できる最終接触位置P3fは非作用面552a側に移動することになり、バルブ504のリフト量は減少する。また、ロッカーローラ512が作用面552b上に位置している期間(クランク角度)が、バルブ504の作用角となるが、最終接触位置P3fが非作用面552a側に移動することで、バルブ504の作用角も減少する。さらに、第1ローラ570がカム軸520の回転方向の上流側に移動することで、カム軸520が同一回転角度にあるときの第1ローラ570の駆動カム面524上での接触位置P1は、駆動カム522の進角側に移動する。これにより、カム軸520の位相に対する揺動カム550の揺動タイミングは進角され、その結果、バルブタイミング(最大リフトタイミング)は進角されることになる。

[0168] [本実施形態の可変動弁装置の利点]

以上説明した通り、本実施形態の可変動弁装置500によれば、制御軸532の回転角度を変化させることにより、第2ローラ572のスライド面556上での接触位置P2と第1ローラ570の駆動カム面524上での接触位置P1を変化させ、その結果としてバルブ504のリフト量、作用角、及びバルブタイミングを連動して変化させることができる。しかもその際、スライド面556が湾曲して形成されることにより、第1ローラ570の駆動カム面524上での位置の変化に対し、揺動カムアーム550の初期揺動角度が過度に変化することは抑えられる。

- [0169] したがって、本実施形態の可変動弁装置500によれば、実施の形態1の可変動弁装置100と同様、バルブタイミングの変化に対するリフト量の過度の変化を抑制することができ、VVT等のバルブタイミング可変機構を併用することなく、或いは、併用する場合であってもバルブタイミング可変機構は大きく動作させることなく、理想的なバルブタイミングーリフト特性を実現することができる。つまり、本実施形態の可変動弁

装置500によっても、図10や図11に示すようなバルブタイミングリフト特性を実現することができる。

[0170] また、本実施形態の可変動弁装置500によれば、実施の形態3と同様、既存のカム軸520に制御アーム560が取り付けられ、この制御アーム560に取り付けられた制御リンク564によってローラ570, 572が支持されることで、装置全体をコンパクトに構成することができる。さらに、カム軸520の近傍でローラ570, 572を支持する制御リンク564の長さは短くてすむので、可動部全体の慣性質量の増加を抑制することができる。

[0171] その他、

以上、本発明の実施の形態について説明したが、本発明は上記実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。例えば、上記実施の形態では、揺動カムアームを制御軸に取り付けているが、揺動カムアームの軸と制御軸とを別軸にしてもよい。

[0172] また、実施の形態1にかかる連動切替機構は、実施の形態2乃至4の何れの構成にも適用することが可能である。

[0173] また、上記実施の形態では、本発明をロッカーアーム方式の動弁装置に適用しているが、直動式等の他の形式の動弁装置にも適用可能である。

請求の範囲

- [1] カム軸の回転に対するバルブの開弁特性を機械的に変化させる可変動弁装置であって、
- 前記カム軸に設けられた駆動カムと、
- 前記カム軸と平行に設けられ、回転角度を連続的に或いは多段階に変更可能な制御軸と、
- 前記カム軸に平行な軸を中心として揺動する揺動部材と、
- 前記揺動部材に形成され、前記バルブを支持するバルブ支持部材に接触して前記バルブをリフト方向に押圧する揺動カム面と、
- 前記揺動部材に前記駆動カムと対向して形成されたスライド面と、
- 前記駆動カムと前記揺動部材との間に配置され、前記駆動カムのカム面と前記スライド面の双方に接触する中間部材と、
- 前記制御軸の回転に連動させて前記スライド面上での前記中間部材の位置を変化させる連動機構とを備え、
- 前記スライド面は、前記中間部材が位置する範囲のうち前記揺動部材の揺動中心に最も近い最近点から前記揺動中心から最も遠い最遠点に向けて、前記カム軸の中心からの距離が大きくなるように前記駆動カム側に湾曲して形成され、
- 前記揺動カム面は、前記揺動部材の揺動中心からの距離が一定で前記バルブにリフトを与えない非作用面と、前記非作用面と連続して設けられ前記揺動部材の揺動中心からの距離が次第に大きくなるように形成された作用面とを含み、前記揺動部材の揺動に伴って前記バルブ支持部材の前記揺動カム面上での接触位置が前記非作用面上から前記作用面側へ移動するように構成されていることを特徴とする可変動弁装置。
- [2] 前記スライド面は、前記揺動部材の揺動中心からの距離が大きくなるほど前記カム軸の中心からの距離が大きくなるように形成されていることを特徴とする請求項1記載の可変動弁装置。
- [3] 前記中間部材の前記スライド面上での位置が前記揺動部材の揺動中心から遠ざかるほど、前記カム軸の同一回転角度において前記中間部材と接触する前記駆動

カムの周方向位置は前記カム軸の進角側に移動することを特徴とする請求項1又は2記載の可変動弁装置。

- [4] 前記中間部材は、前記駆動カムのカム面に接触する第1ローラと、前記第1ローラに対して回転可能であって前記スライド面に接触する第2ローラとを含むことを特徴とする請求項1乃至3の何れか1項に記載の可変動弁装置。
- [5] 前記揺動部材は、前記制御軸に回転可能に取り付けられて前記制御軸を中心として揺動することを特徴とする請求項1乃至4の何れか1項に記載の可変動弁装置。
- [6] 前記連動機構は、前記制御軸に固定され前記制御軸の中心から偏心した位置に支点を有する制御部材と、前記支点に揺動可能に取り付けられ、前記中間部材を前記制御部材に連結する連結部材とを含むことを特徴とする請求項5記載の可変動弁装置。
- [7] 前記制御部材は、前記制御軸から偏心した位置を中心とする円盤として構成され、前記連結部材は、前記円盤の外周面に回転可能に取り付けられていることを特徴とする請求項6記載の可変動弁装置。
- [8] 前記連動機構は、前記カム軸に回転可能に取り付けられた制御部材と、前記制御部材に取り付けられて前記中間部材を所定の経路に沿って移動可能に支持する支持部材と、前記制御部材の前記カム軸回りの回転を前記制御軸の回転に連動させる回転連動機構とを含むことを特徴とする請求項5記載の可変動弁装置。
- [9] 前記支持部材は、前記制御部材と一体化されたガイドとして構成されていることを特徴とする請求項8記載の可変動弁装置。
- [10] 前記支持部材は、前記制御部材に前記カム軸から偏心した位置を中心として揺動可能に取り付けられ、前記制御部材と前記中間部材とをリンク結合するリンク部材として構成されていることを特徴とする請求項8記載の可変動弁装置。
- [11] 前記カム軸に前記駆動カムと並んで設けられた第2駆動カムと、
前記揺動部材と同軸に配置され、前記揺動部材と独立して揺動可能な第2揺動部材と、
前記第2揺動部材に形成され、前記バルブと並列に設けられた第2バルブを支持するバルブ支持部材に接触して前記第2バルブをリフト方向に押圧する第2揺動カム

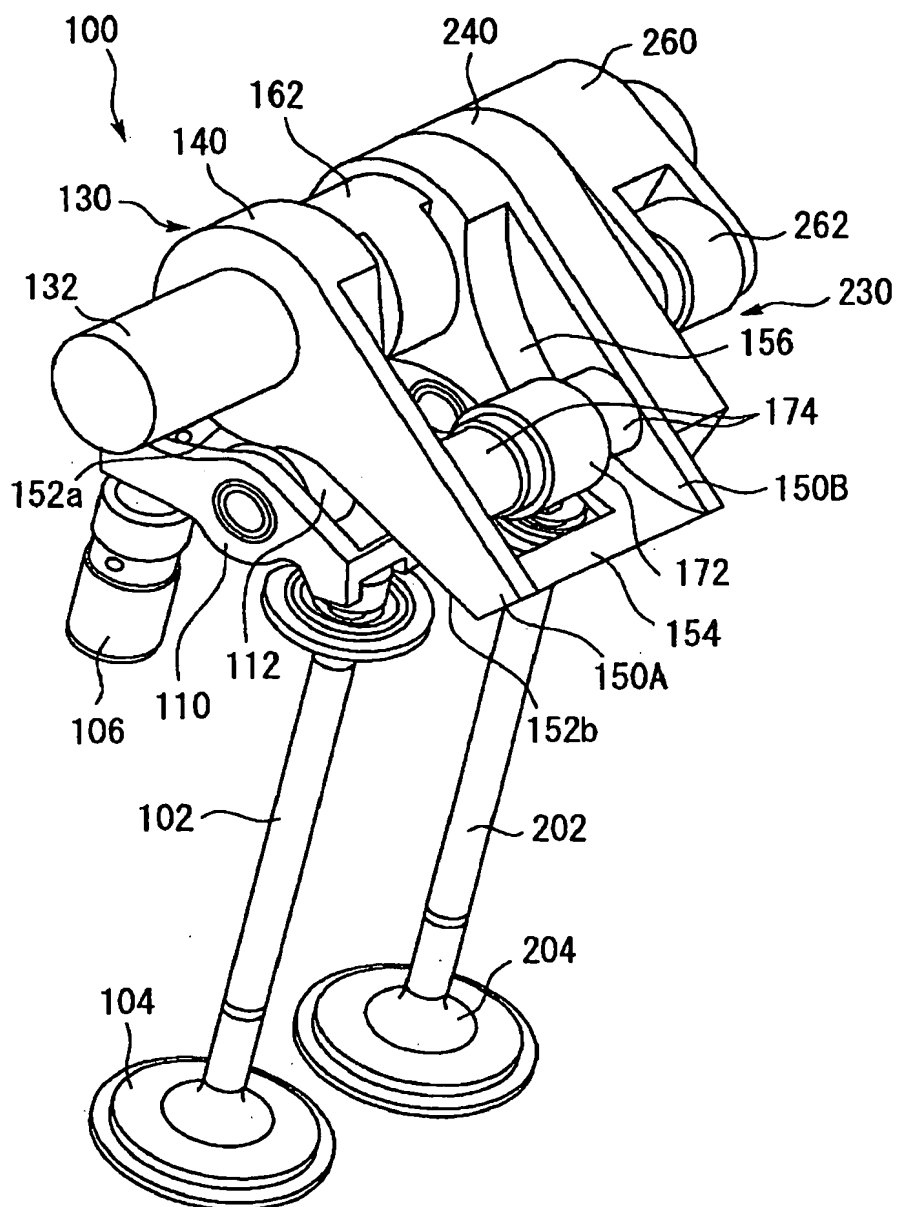
面と、

前記揺動部材と同軸に配置され、前記揺動部材及び前記第2揺動部材と独立して揺動可能であって前記第2駆動カムのカム面に接触する第3揺動部材と、

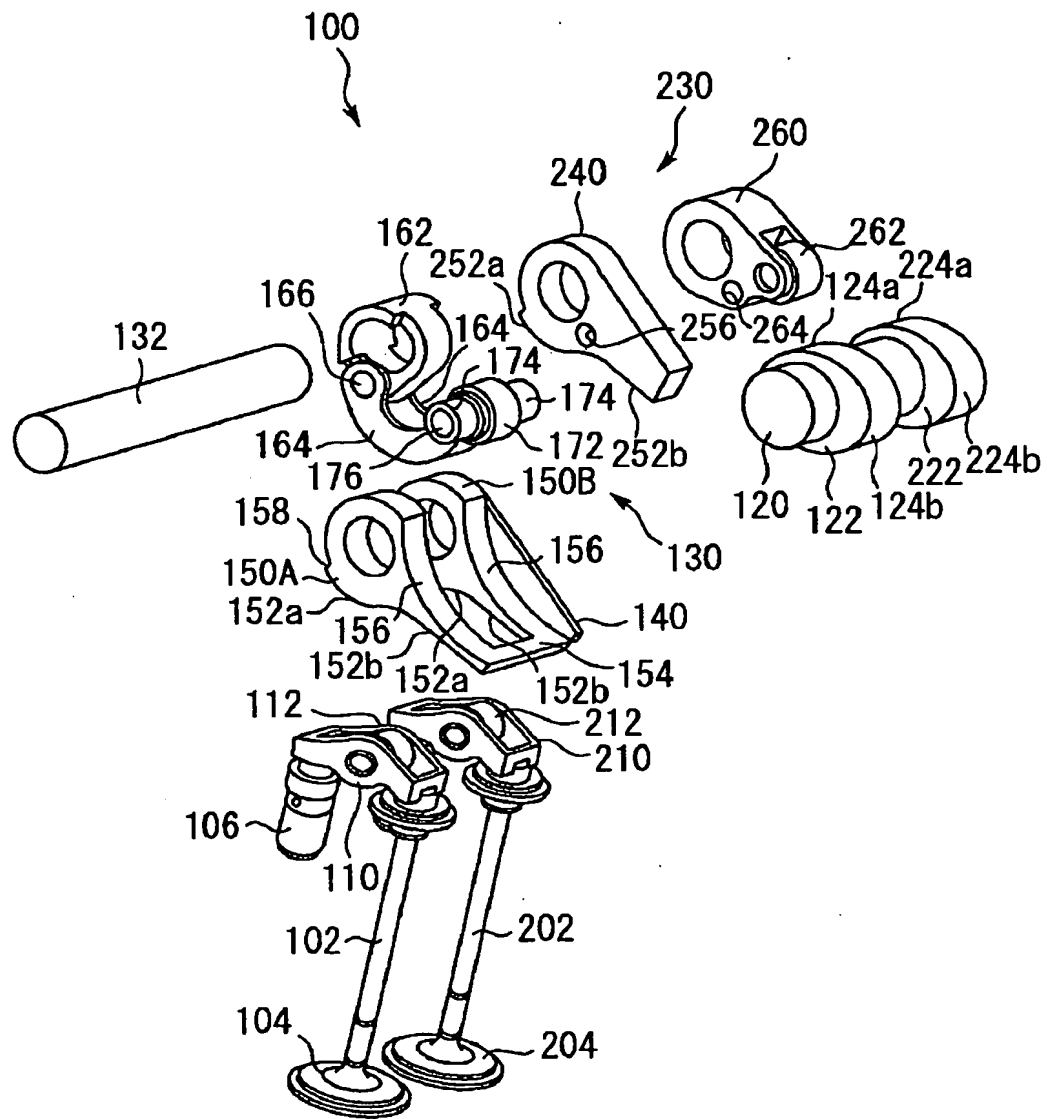
前記第2揺動部材を前記揺動部材と前記第3揺動部材の何れか一方に選択的に連結する連結切換手段と、

をさらに備えることを特徴とする請求項1乃至10の何れか1項に記載の変動弁装置。

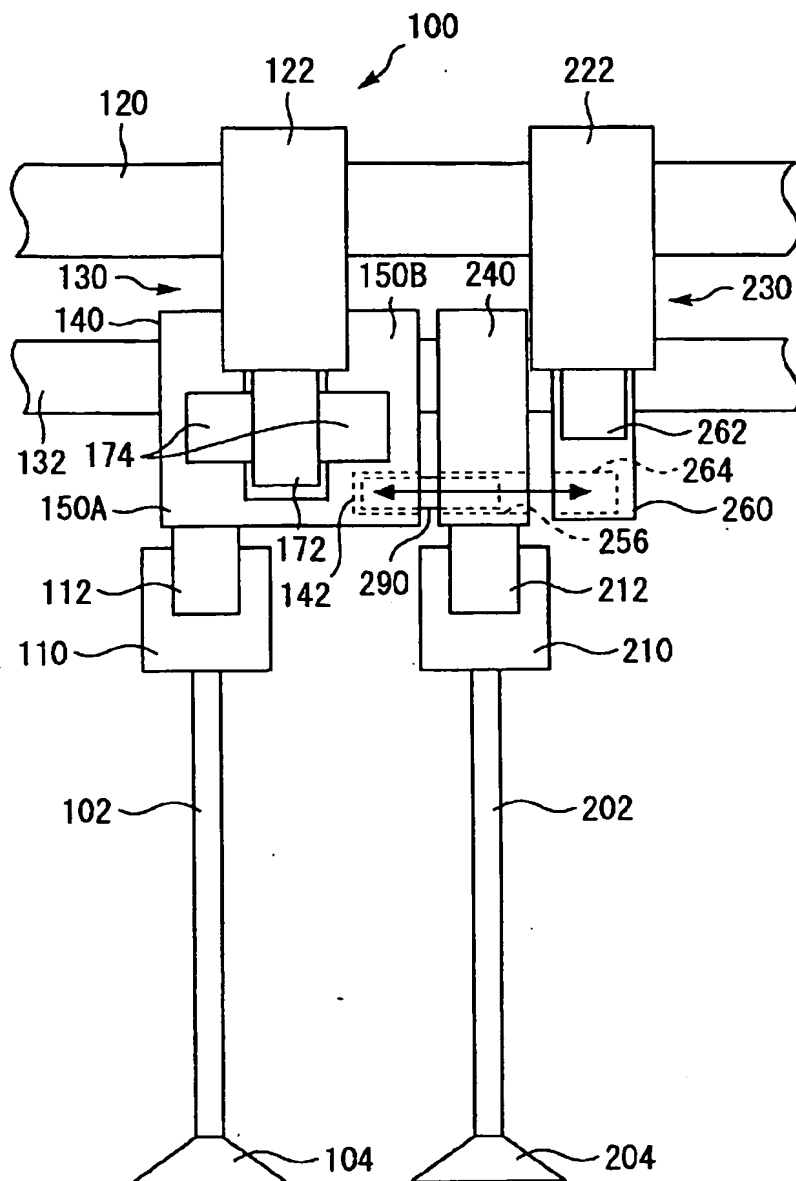
[図1]



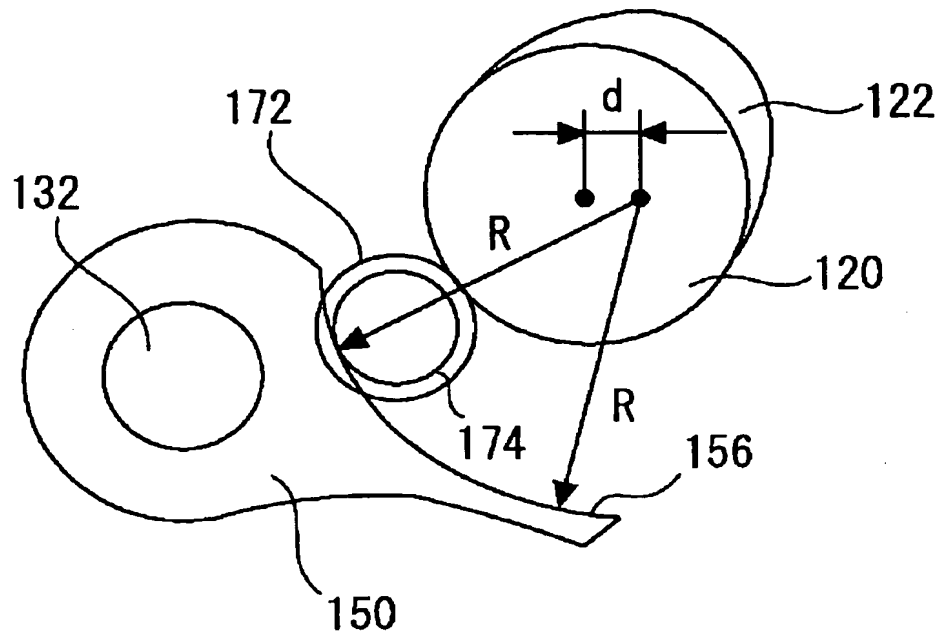
[図2]



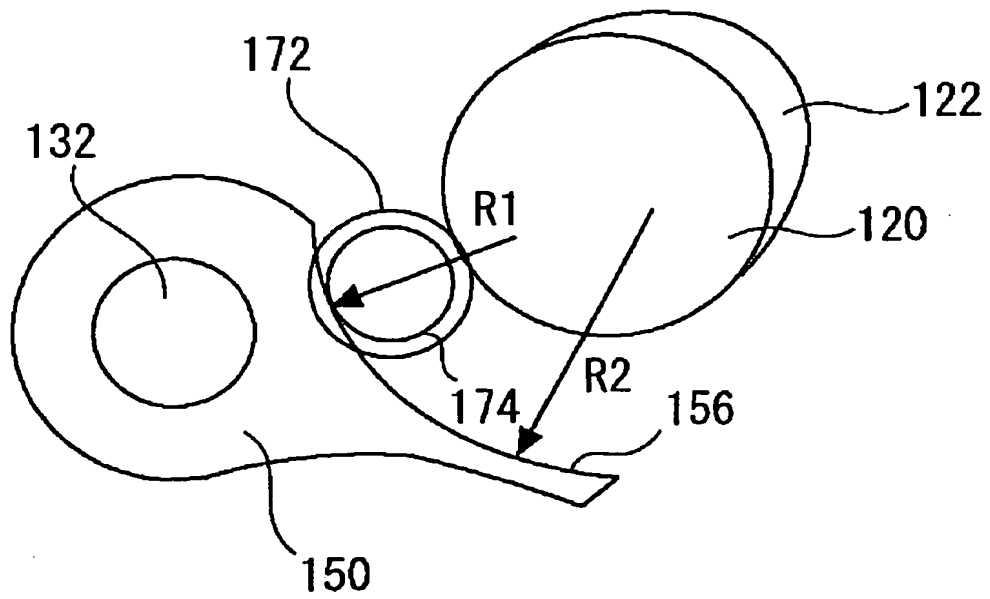
[図3]



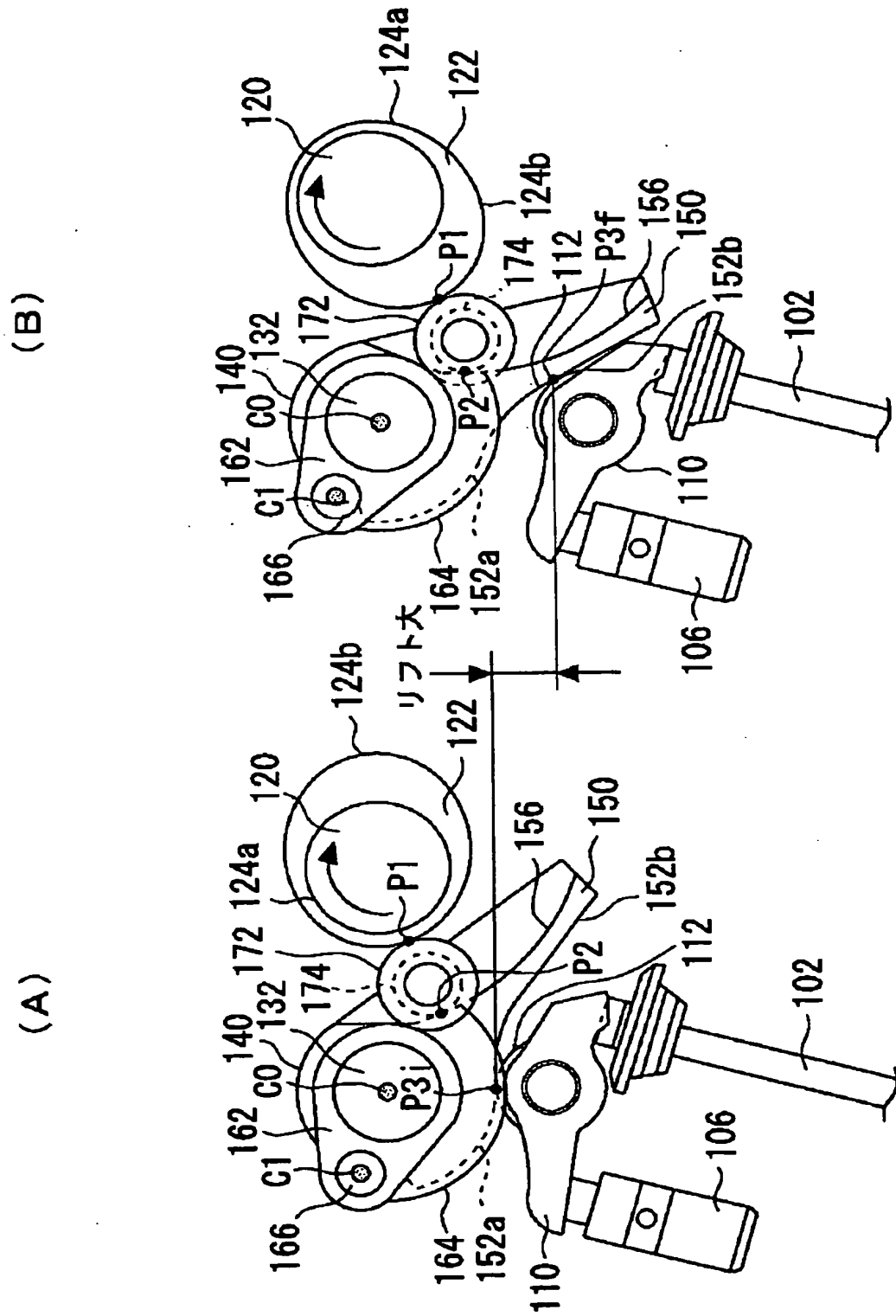
[図4]



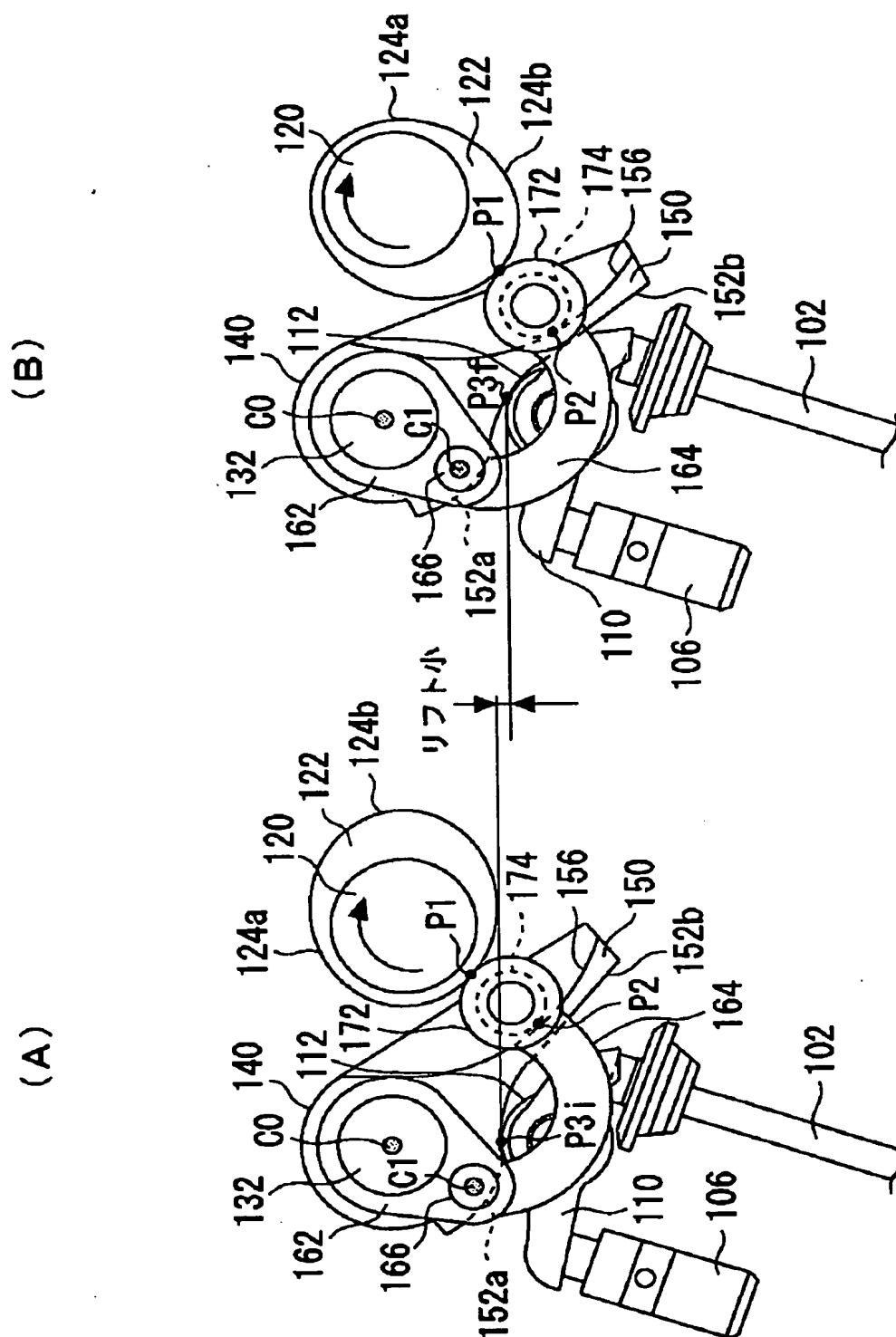
[図5]



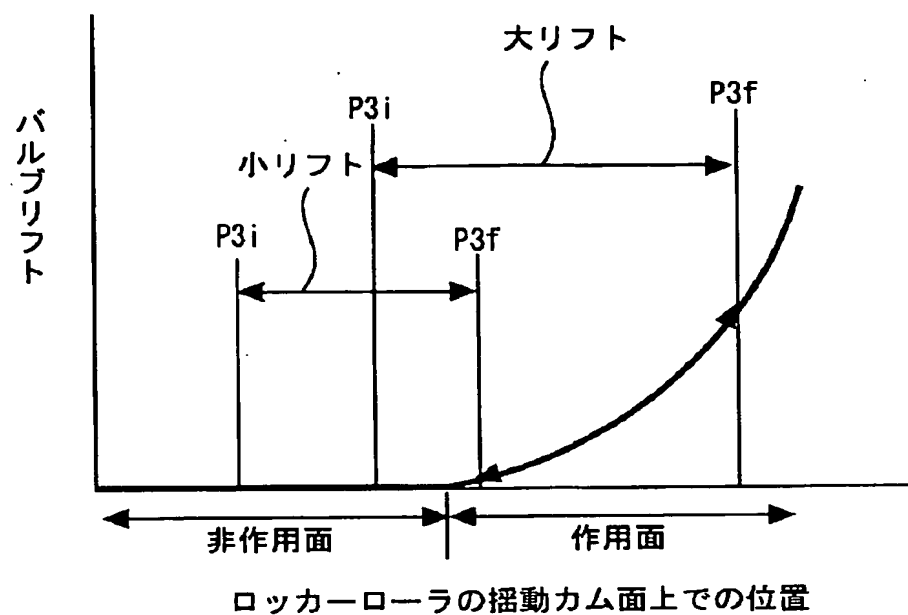
[図6]



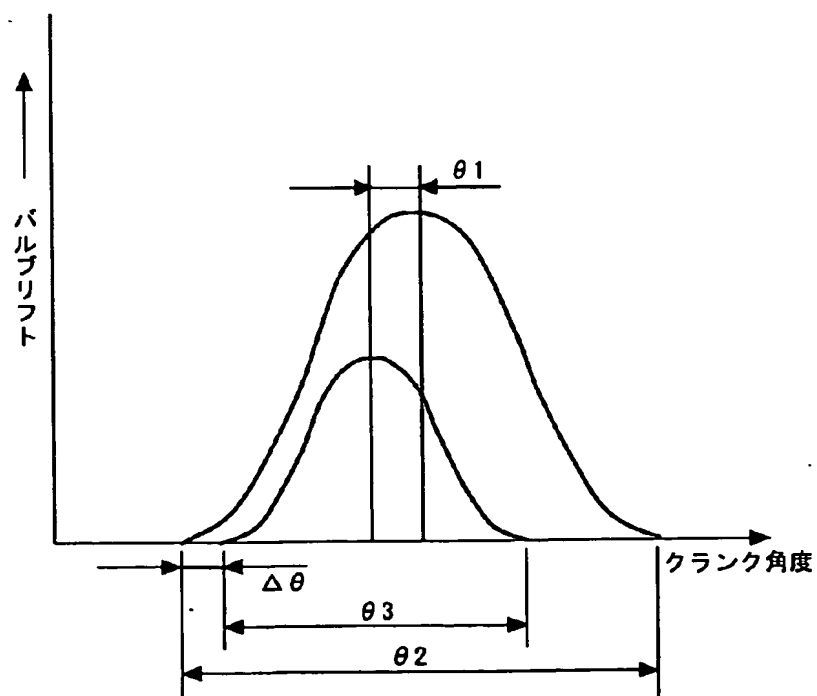
[図7]



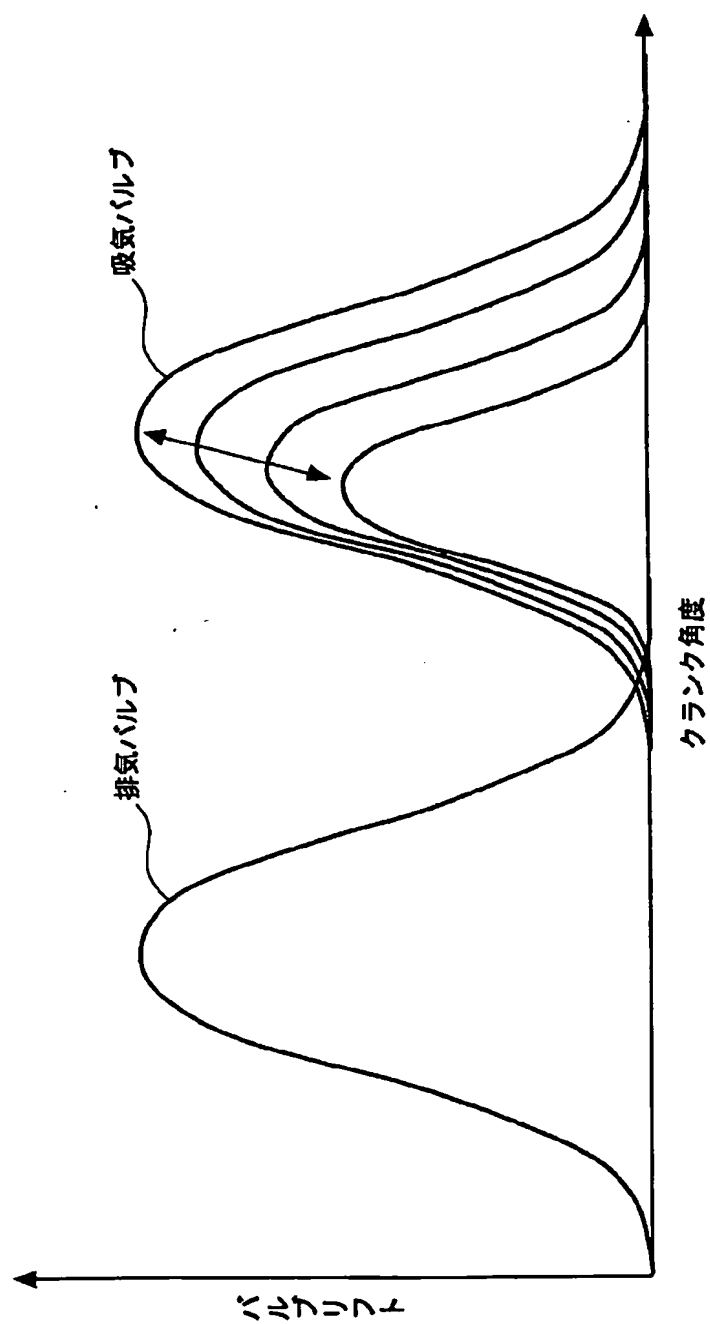
[図8]



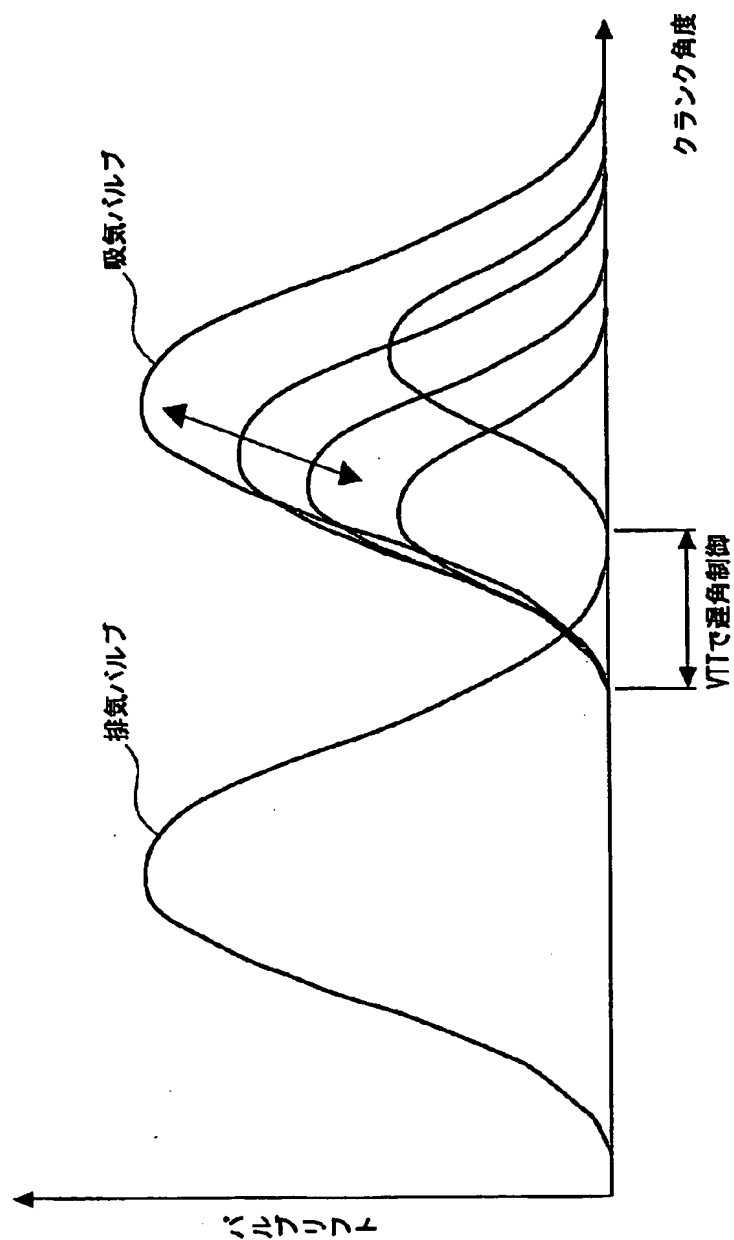
[図9]



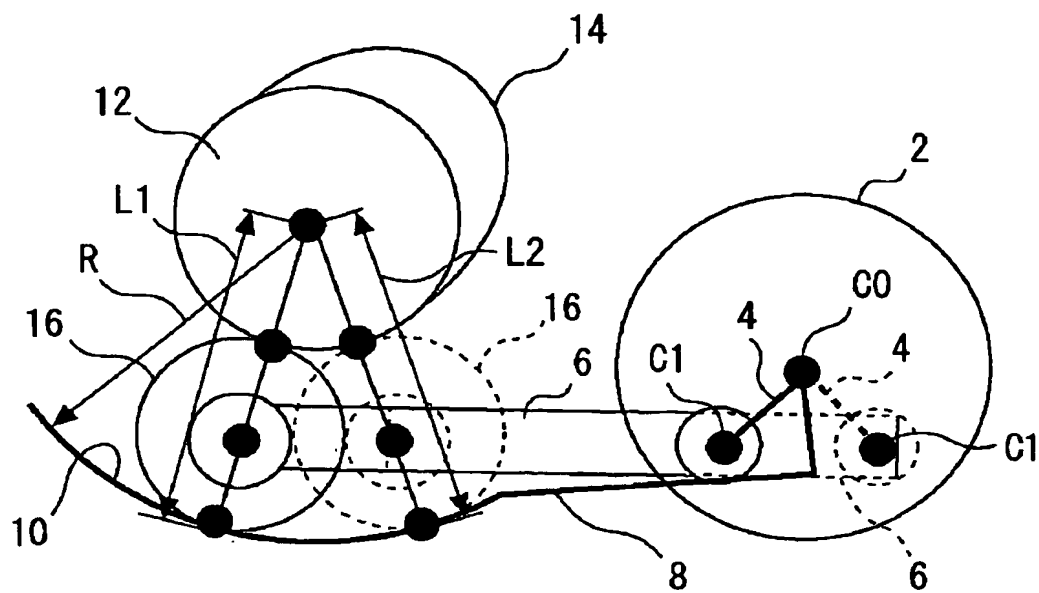
[図10]



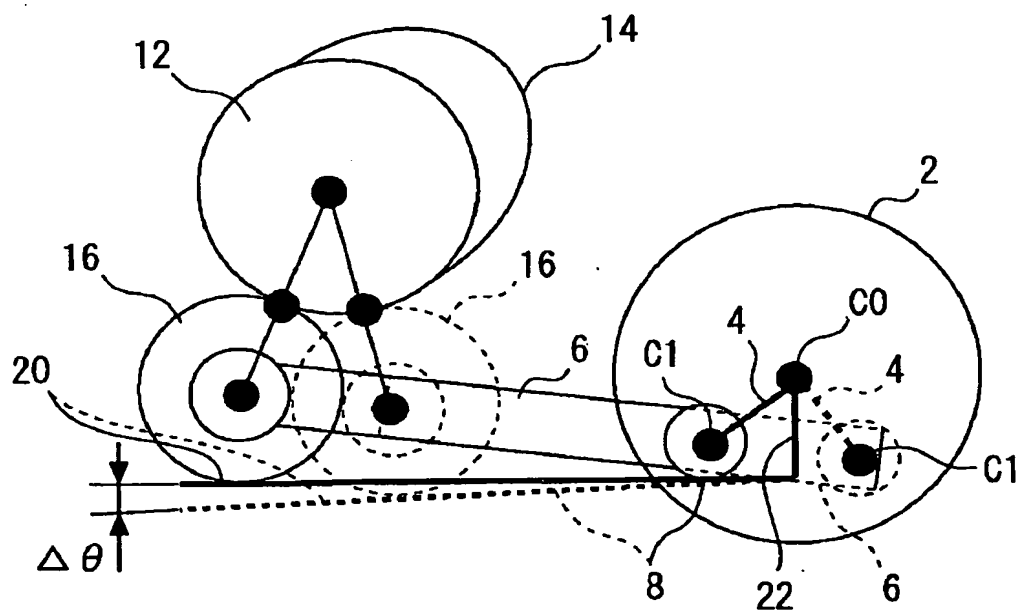
[図11]



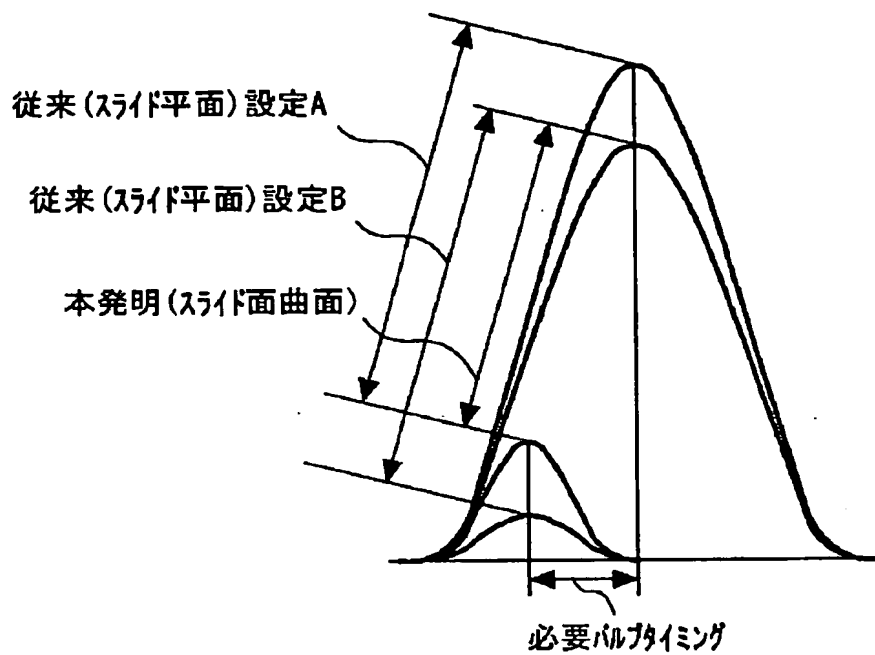
[図12]



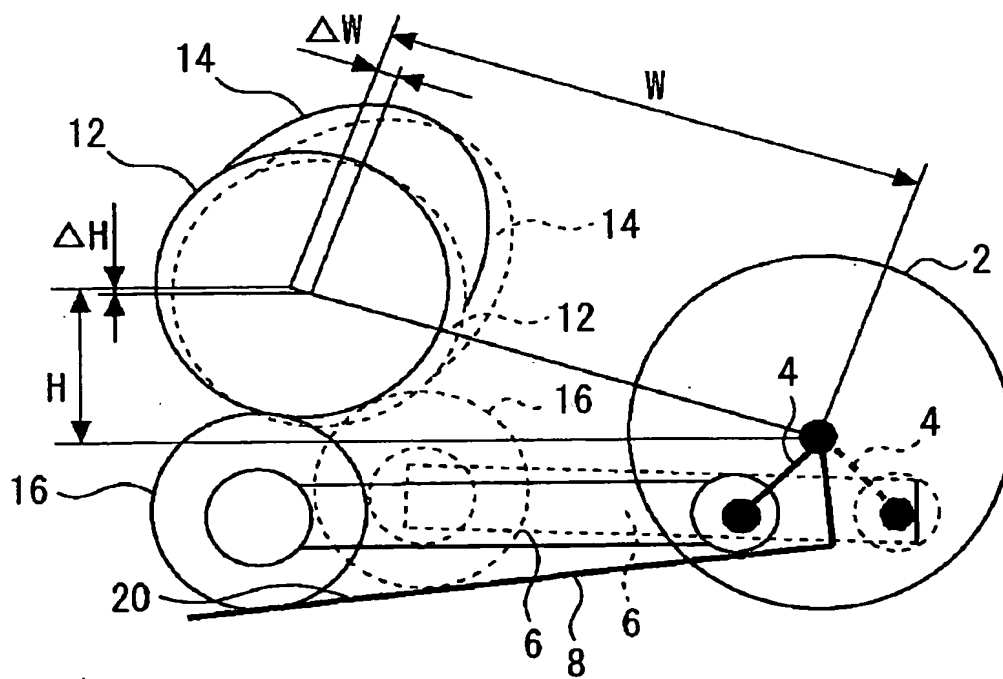
[図13]



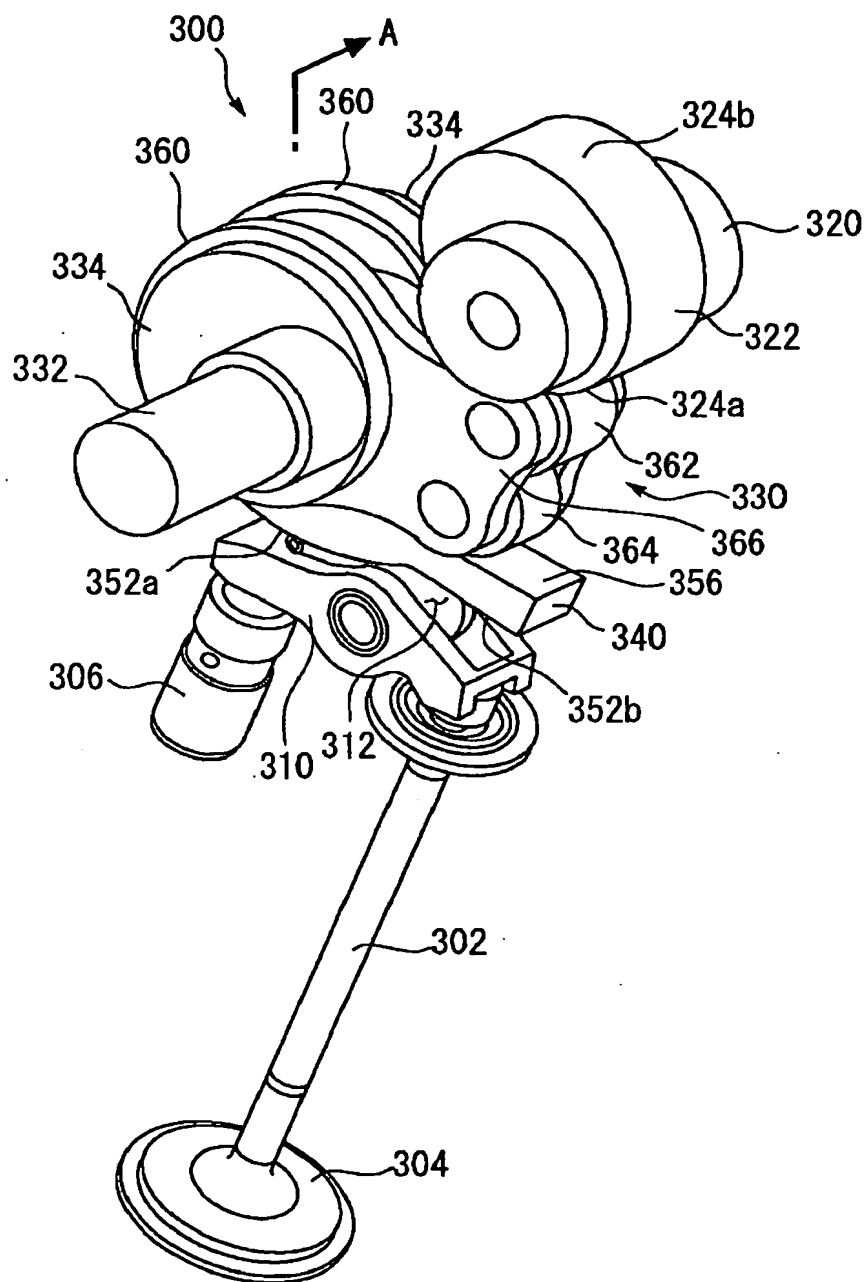
[図14]



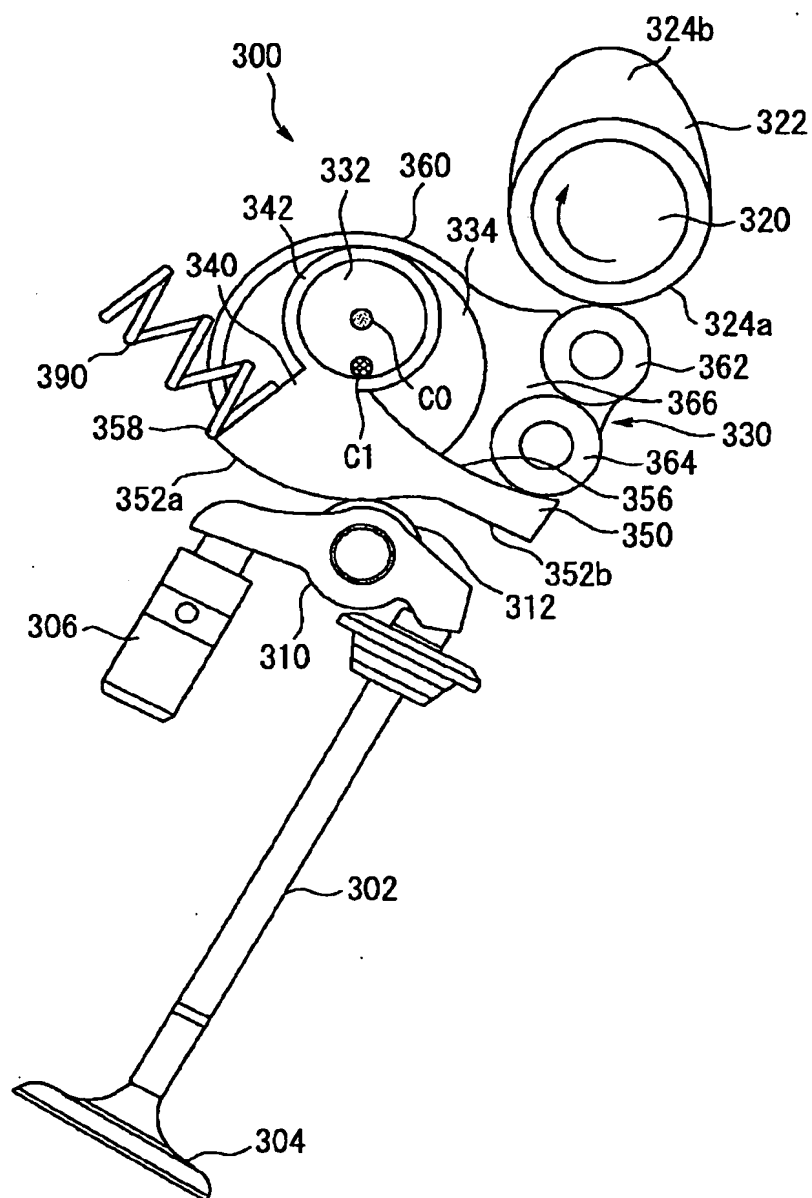
[図15]



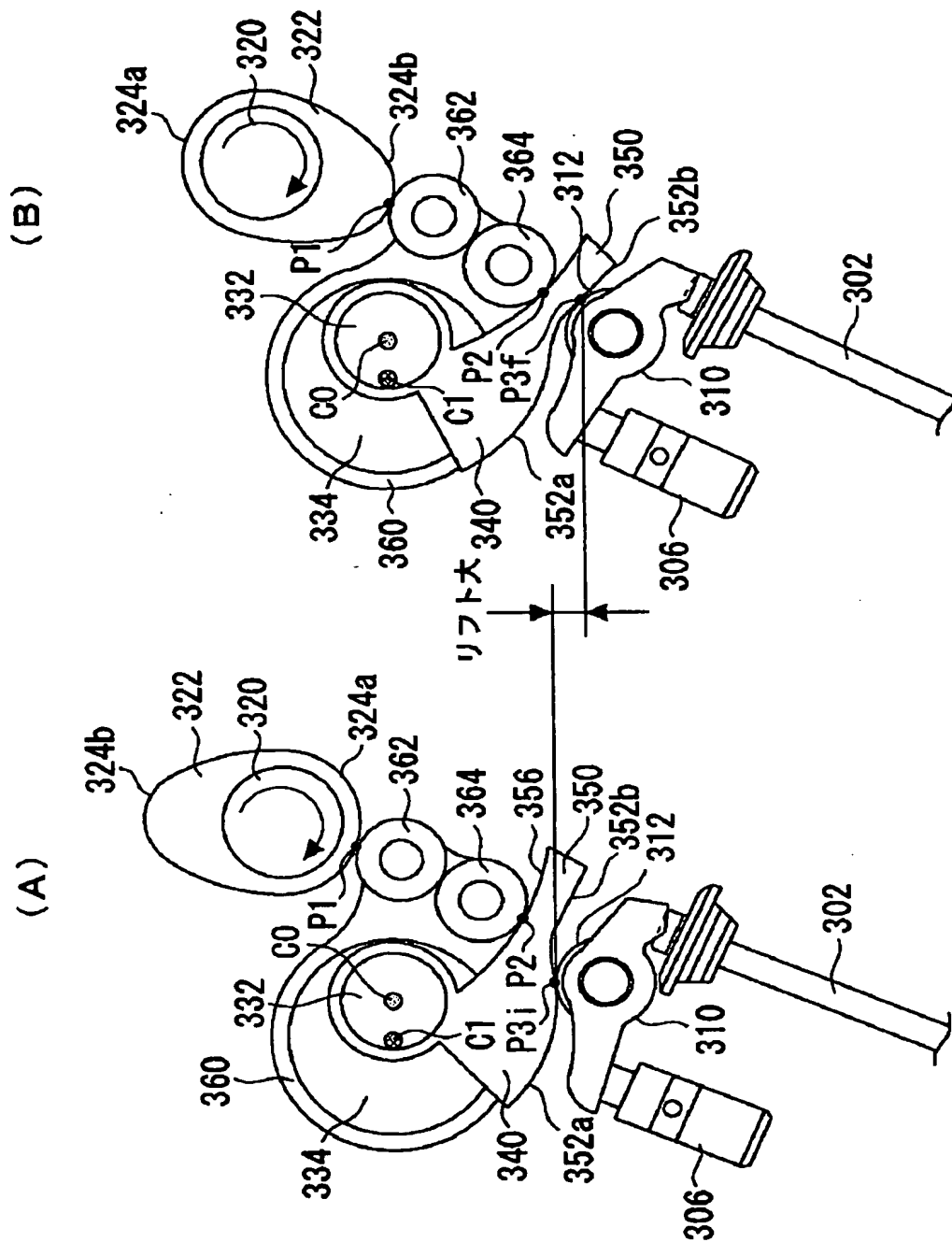
[図16]



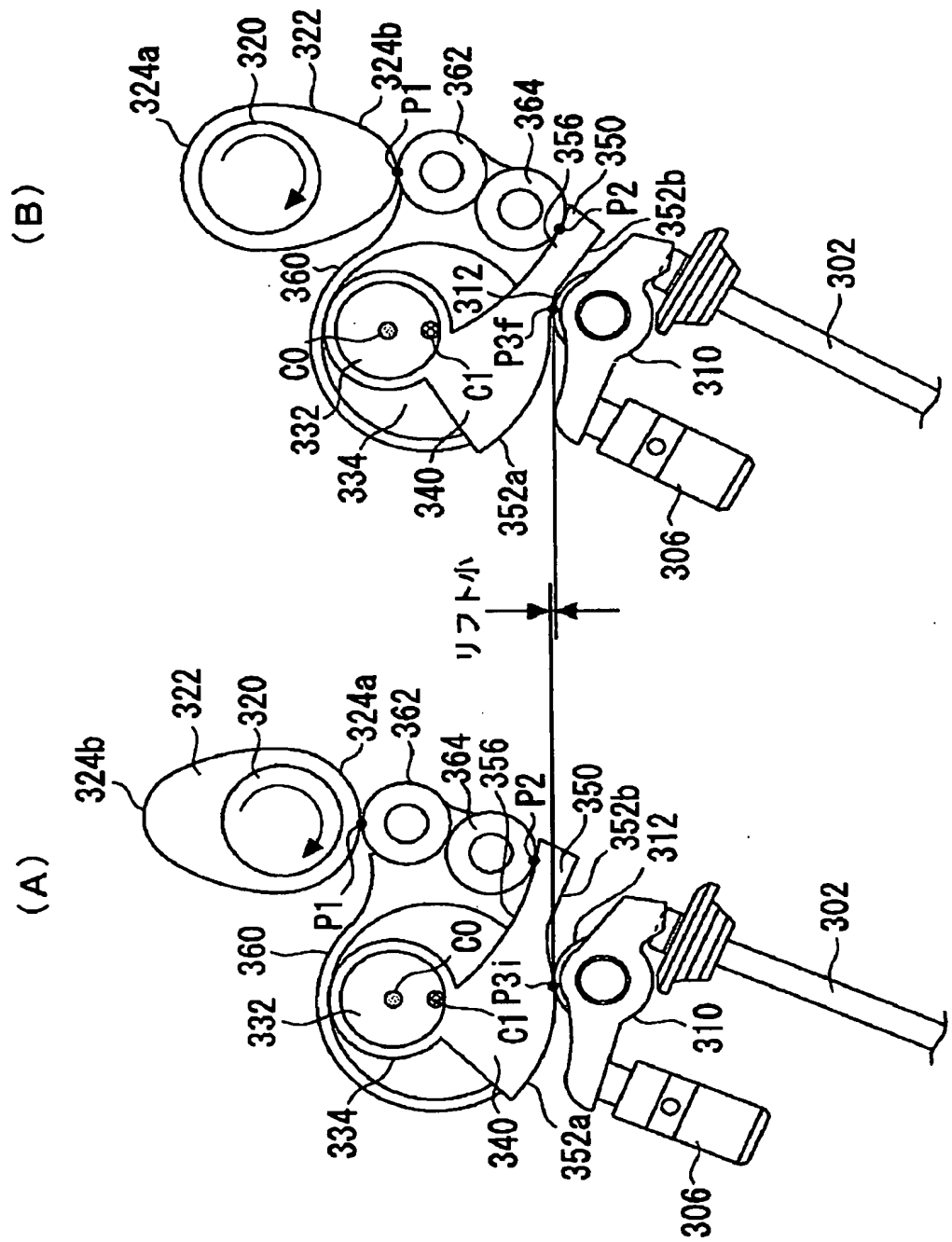
[図17]



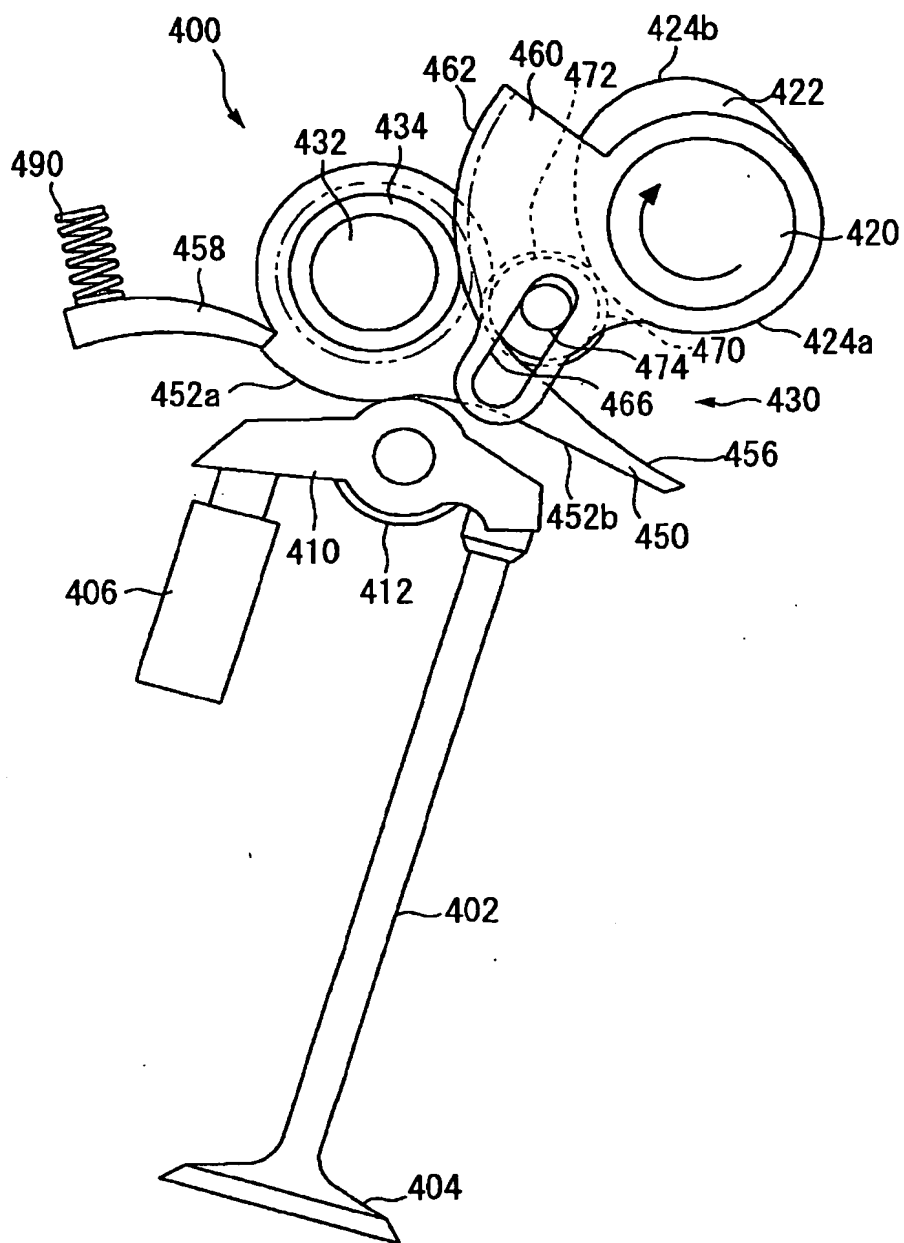
[図18]



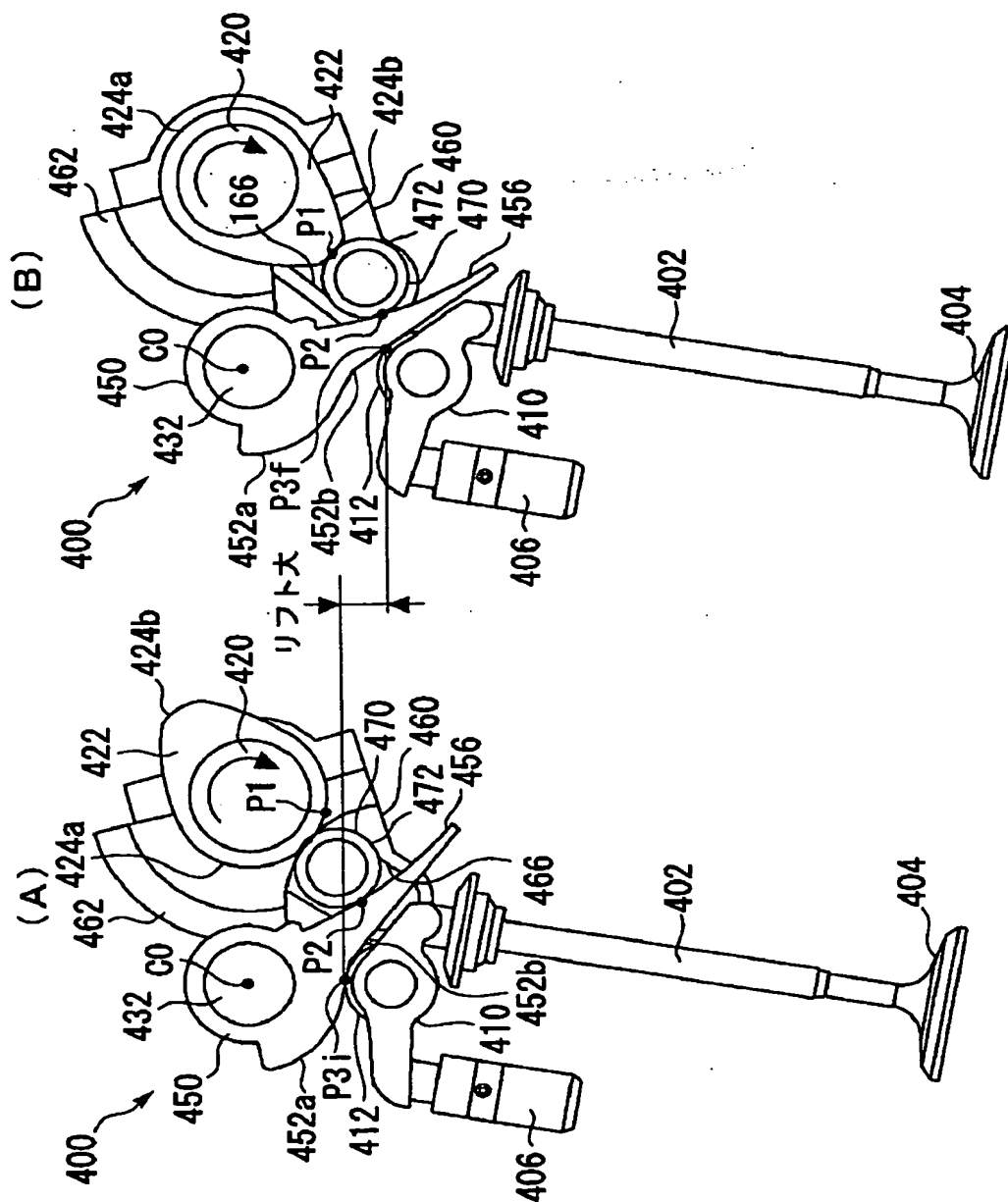
[図19]



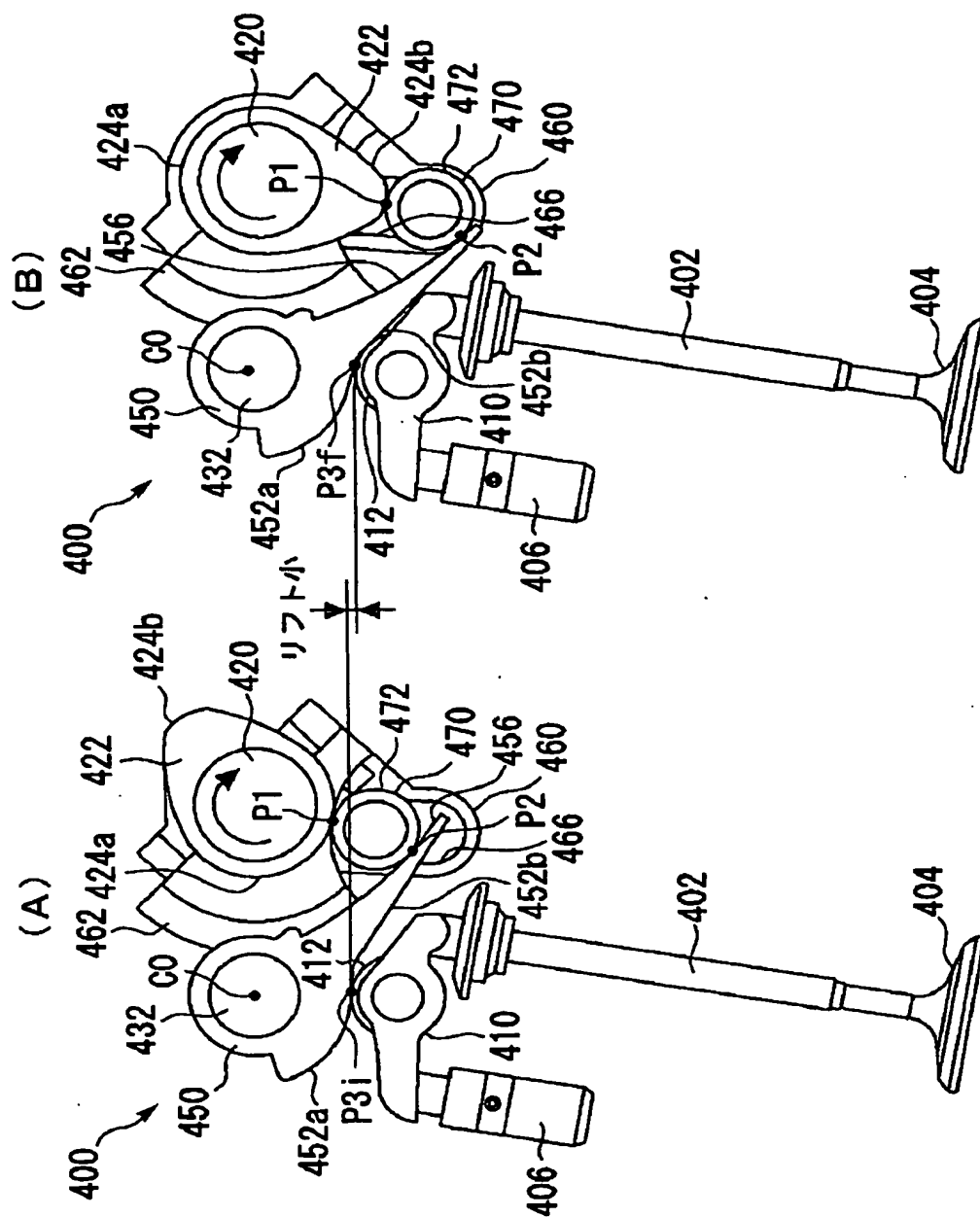
[図20]



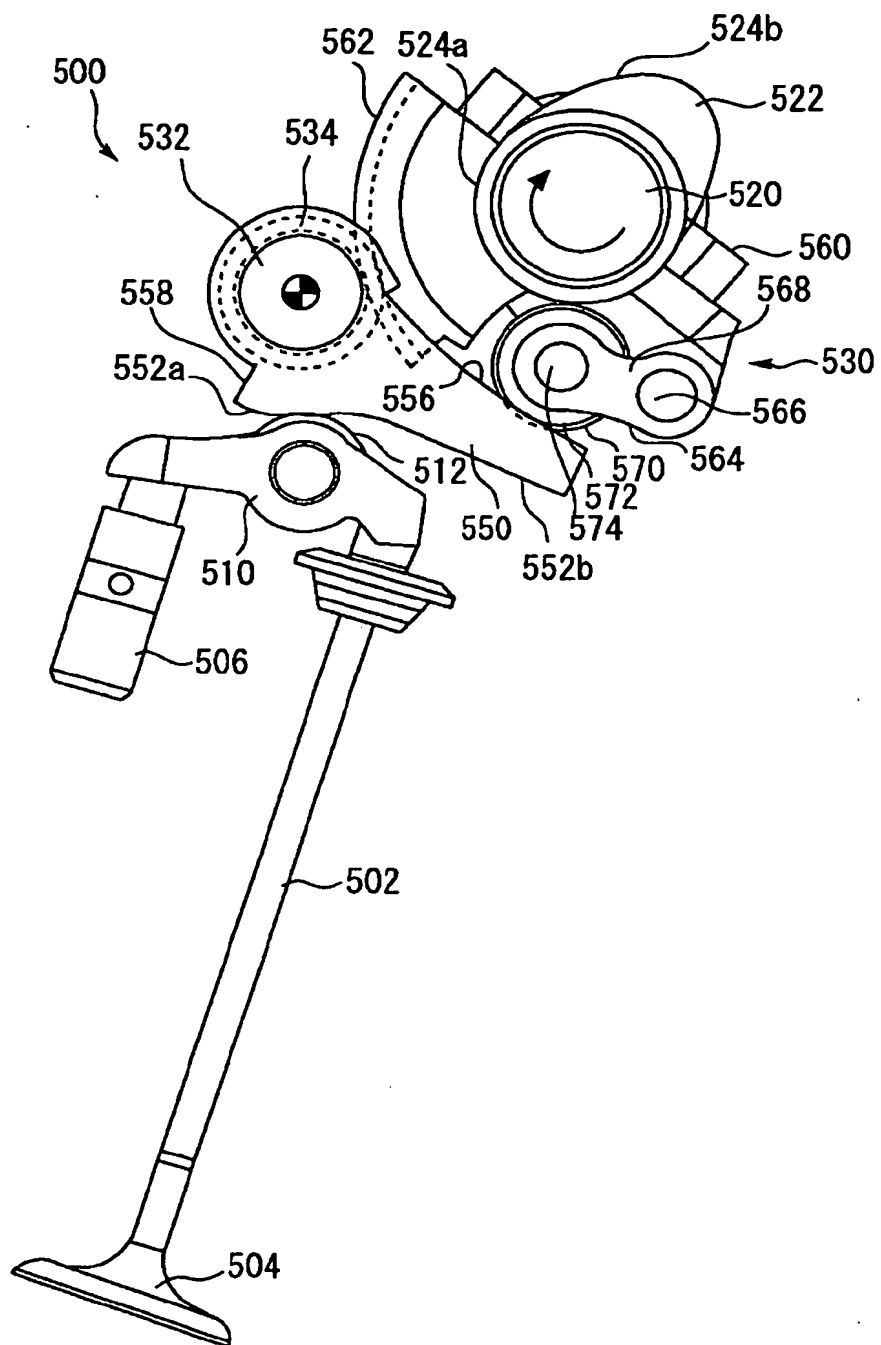
[図21]



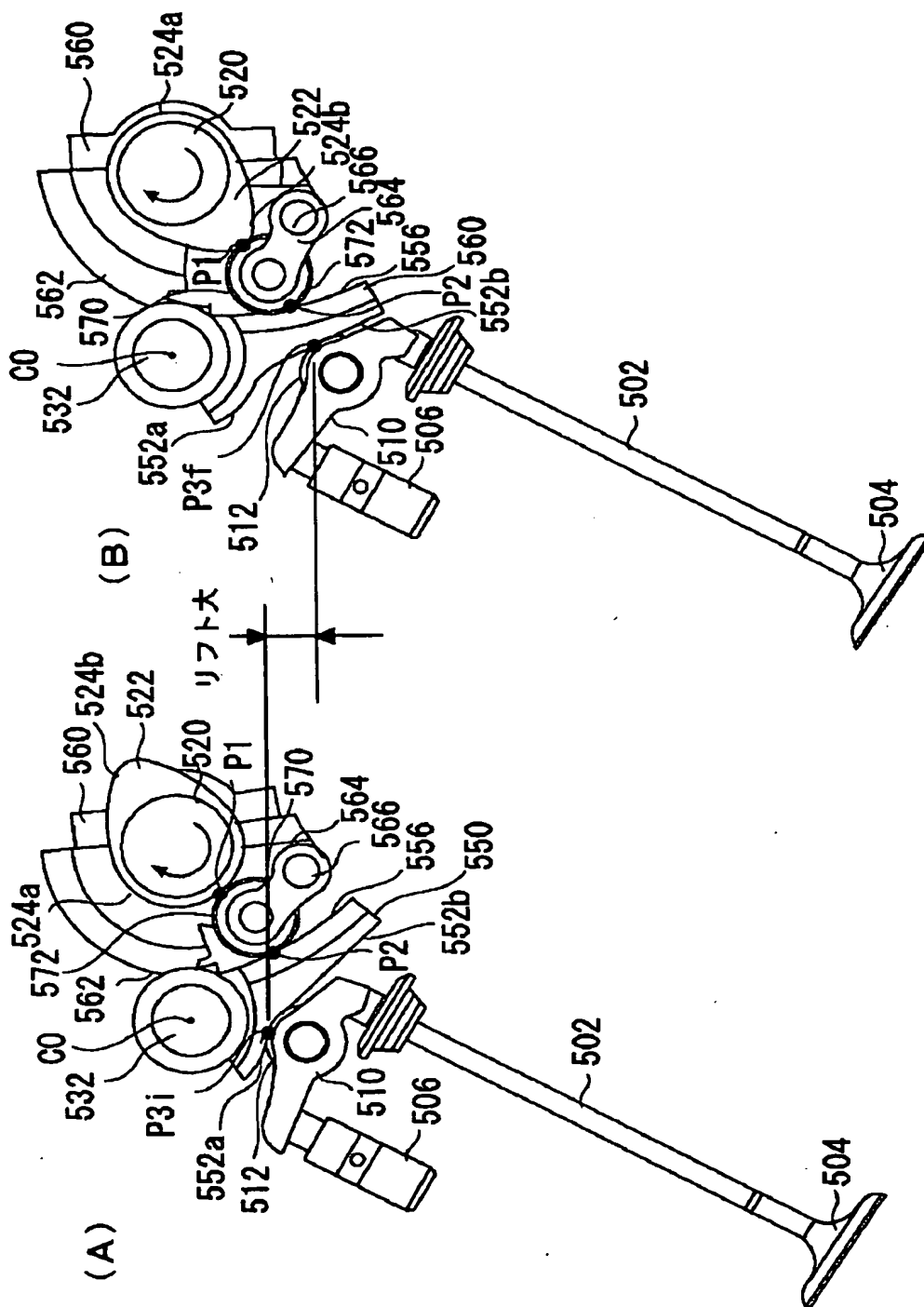
[図22]



[図23]



[図24]



[図25]

